научно–аналитический журнал

«ИННОВАЦИИ и ИНВЕСТИЦИИ»

№5 2026

Подписной индекс Роспечати: 65039
ISSN 2307-180X

Издается с 2004 года

Выходит ежемесячно

Журнал входит в Перечень ВАК ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-63555
от 30 октября 2015 г.

Учредитель: *ООО «Русайнс»*
117218, Москва,
ул. Кедрова, д. 14, корп. 2

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:
Абдикеев Нияз Мустякимович, д.т.н., проф., директор ИППиИР (Финуниверситет);
Агеев Олег Алексеевич, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, директор НОЦ «Нанотехнологии» (ЮФУ);
Бакшеев Дмитрий Семенович, д.т.н., проф., (вице-президент РИА);
Буров Михаил Петрович, д.э.н., проф. кафедры региональной экономикии управлегния природными ресурсами (Государственный университет землеустройства);
Величко Евгений Георгиевич, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и материаловедение (НИУ МГСУ);
Гусев Борис Владимирович, д.т.н., проф., чл.-корр. РАН, президент (РИА);
Демьянов Анатолий Алексеевич, д.э.н., зам. директора Департамента транспортной безопасности (Минтранс РФ);
Добшиц Лев Михайлович, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии (РУТ (МИИТ));
Егоров Владимир Георгиевич, д.и.н., д.э.н., проф., первый зам. директора (Институт стран СНГ);
Кондращенко Валерий Иванович, д.т.н., проф., проф. кафедры строительные материалы и технологии (РУТ (МИИТ));
Левин Юрий Анатольевич, д.э.н., проф. (МГИМО);
Лёвин Борис Алексеевич, д.т.н., проф., президент (РУТ (МИИТ));
Ложкин Виталий Петрович, д.т.н., проф. (Технологический институт бетона и железобетона);
Мешалкин Валерий Павлович, д.т.н., проф., акад. РАН, зав.кафедрой логики и экономической информатики (РХТУ им. Д.И. Менделеева);
Поляков Владимир Юрьевич, д.т.н., проф., проф. кафедры мосты и тоннели (РУТ (МИИТ));
Попова Елена Владимировна, д.т.н., проф., проф. кафедры теории менеджмента и бизнес-технологий (РЭУ им. Г.В. Плеханова)
Саурин Василий Васильевич, д.ф.-м.н., проф. (Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН)
Сильвестров Сергей Николаевич, д.э.н., проф., засл. экономист РФ, Департамент мировой экономики и мировых финансов (Финуниверситет);
Соколова Юлия Андреевна, д.т.н., проф., ректор (ИНЭП);
Челноков Виталий Вячеславович, д.т.н. (РИА)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОВЕТ:
Палениус Ари, проф., директор кампуса г. Керава Университета прикладных наук Лауреа (Финляндия)
Джун Гуан, проф., зам. декана Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
Кафаров Вячеслав В., д.т.н., проф. Universidad Industrial de Santander (Колумбия)
Лаи Дешенг, проф., декан Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
Марек Вочозка, проф., ректор Технико-экономического института в Чешских Будейовицах (Чехия)
Она Гражина Ракаускиене, проф., Университет им. Миколаса Ромериса (Литва)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
Афанасьев Михаил Юрьевич, д.э.н., проф., зав. лабораторией прикладной эконометрики (ЦЭМИ РАН);
Афанасьев Антон Александрович, д.э.н., проф., вед. научн. сотр. лаборатории социального моделирования (ЦЭМИ РАН);
Брижак Ольга Валентиновна, д.э.н., доц., проф. Департамента экономической теории (Финуниверситет);
Валинурова Лилия Сабиховна, д.э.н., проф., зав. кафедрой инновационной экономики (БашГУ)
Галазова Светлана Сергеевна, д.э.н., проф., проф. кафедры экономики (Северо-Осетинский государственный университет имени К.Л. Хетагурова);
Касьянов Геннадий Иванович, д.т.н., проф., засл. деят. науки РФ, (КубГТУ);
Колесников Андрей Викторович, д.э.н., проф., чл.-корр. РАН, проф. Департамента бизнес-информатики (Финуниверситет);
Коровин Дмитрий Игоревич, д.э.н., проф., проф. Департамента анализа данных и машинного обучения (Финансовый университет при Правительстве РФ);
Косарев Владимир Евгеньевич, к.т.н., доц. Департамента анализа данных и машинного обучения (Финуниверситет);
Соловьев Владимир Игоревич, д.э.н., проф., заведующий кафедрой "Прикладной искусственный интеллект" (МТУСИ);
Криничанский Константин Владимирович, д.э.н., проф. кафедры финансовых рынков и финансового инжиниринга, главный научный сотрудник Института финансовых исследований (Финуниверситет);
Лавренов Сергей Яковлевич, д.полит.н., проф. (Институт стран СНГ);
Ларионов Аркадий Николаевич, д.э.н., проф., проф. кафедрой экономики и управления в строительстве (МГСУ);
Ларионова Ирина Владимировна, д.э.н., проф. Департамент финансовых рынков и финансового инжиниринга (Финуниверситет);
Мазур Наталья Зиновьевна, д.э.н., проф., проф. кафедры инновационной экономики (БашГУ);
Мумладзе Роман Георгиевич, д.э.н., проф., (РГАЗУ);
Никишкин Валерий Викторович, д.э.н., проф. (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Носова Светлана Сергеевна, д.э.н., проф. (НИЯУ МИФИ);
Сулимова Елена Александровна, к.э.н., доц. (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Тихомиров Николай Петрович, д.э.н., проф., засл. деят. науки РФ, проф. кафедры математических методов в экономике (РЭУ им. Г.В. Плеханова);
Тургель Ирина Дмитриевна, д.э.н., проф., зам. директора по науке ВШЭиМ (УрФУ им. Б.Н. Ельцина);
Юденков Юрий Николаевич, к.э.н., доц., (МГУ им. М.В. Ломоносова)

Главный редактор:
Сулимова Е.А.,
канд. экон. наук, доц.

Адрес редакции:
117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2
Сайт: www.innovazia.ru
E-mail: innovazia@list.ru

Отпечатано в типографии ООО «Русайнс»,
117218, Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2
Подписано в печать 30.05.2026.
Тираж 300 экз. Формат А4. Свободная цена

Все материалы, публикуемые в журнале, подлежат внутреннему и внешнему рецензированию

Содержание

УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

Оценка эффективности финансового обеспечения инновационной политики в регионе (на примере Иркутской области). Антипина О.В., Ван Янь, Рудковская В.А. ... 5
Ресурсная комплементарность крупного бизнеса и малых инновационных компаний. Войтенко И.Р. ... 9
Стратегическое управление инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов. Ковалев Н.А., Коробова С.И. ... 13
Концептуализация остаточной ценности в управлении инновациями: устранение теоретического разрыва в исследованиях коммерциализации. Коростелева О.А. ... 16
Интеграция экономики данных и импакт-экономики: новые драйверы инноваций и трансформация инвестиционных моделей. Куликова И.Ю. ... 19
Анализ инновационной трансформации в регионах России. Мошнов А.В. ... 22
Основы разработки стратегии управления инновационной средой предприятия. Мухаметьянова А.Р. ... 25
Искусственный интеллект – новая технологическая революция и новый вызов для человечества. Пешкова Г.Ю., Швец Я.О. ... 29
Особенности инновационного развития нефтегазового комплекса в регионах Сибирского федерального округа. Антипина О.В., Рудковская В.А., Ван Янь ... 33
Роль инноваций в обеспечении устойчивого развития региона: синтез экологических, экономических и социальных аспектов. Соколов С.Н., Цзянь Чжан, Епинина В.С. ... 37
Продуктовый подход в управлении инновационными проектами крупных корпораций: эволюция, содержание и методологические ограничения. Федоров Д.А. ... 41
Организационно-экономические механизмы стимулирования инновационной активности в образовании: от разовых проектов к системному управлению. Цветков Н.Н. ... 44
Концептуальный подход к моделированию региональной системы образования для оценки инновационной активности. Цветков Н.Н. ... 48
Студенчество как ресурс научно-инновационного развития России: интеграция образования, науки и производства в условиях цифровой трансформации. Чагарян Д.Е. ... 51
Особенности инновационного развития территорий: финансовый аспект и риски. Перепечкина Е.А., Черникина Е.В., Котова Т.В. ... 55
Инновационные решения как фактор повышения конкурентоспособности маркетплейсов. Шевченко С.С. ... 60
Проблемы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности в составе инновационного продукта. Гайтанова Д.Д. ... 64
Влияние платформенных экосистем на инновационный потенциал ИТ-компаний в России. Семешкин Н.И. ... 68
Особенности формирования автомобилестроения в СССР и постсоветской России: институциональные и экономические барьеры. Шамсутдинова Г.И. ... 70

УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Развитие возобновляемой энергетики в России: анализ временных рядов, инвестиционные тренды и долгосрочный прогноз до 2050 года. Гадиров А.А. ... 73
Современные подходы к оценке инвестиционной привлекательности автомобилестроения в системе обеспечения экономической безопасности. Королёв А.А. ... 77
Финансовое моделирование в архитектуре стратегического управления инвестициями: системный подход в условиях неопределённости. Светлов М.С. ... 82

ТЕОРИЯ И ИСТОРИЯ ЭКОНОМИКИ

Теоретические положения и идея таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, на основе сервисного (клиентоцентричного) подхода. Ибрагимов А.К. ... 87
Структура организации и особенности управления автомобильной промышленности в Российской Империи: исторические уроки, закономерности функционирования и особенности развития. Меренков А.О., Степанов А.А. ... 91
Особенности организации автомобильной промышленности в Советском Союзе. Меренков А.О., Степанов А.А. ... 93
Объяснение кажущейся несостоятельности закона Оукена в Китае: скрытая безработица и демографические факторы. Му То ... 96
«Педагогическое сопротивление» как научная категория в контексте цифровой трансформации образования. Чугунова О.А., Пророкова Е.А., Прутцкова С.В., Сапожникова Е.С. ... 101
Сетевой эффект – экстерналия цифровых платформ. Соколов М.Д. ... 104

МИРОВОЙ ОПЫТ

Факторы устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики. Ван Чэнь ... 108
Концепция «зеленого эмирата» и Net Zero-2050 в ОАЭ: политика и структурная трансформация экономики. Витязева А.А. ... 112
Цифровые преобразования китайских предприятий и то, как они внедряют технологические инновации. Го Янхио ... 115
Анализ конкурентоспособности международного транспортного коридора «Север-Юг» в условиях геополитической турбулентности и региональных конфликтов. Гулин В.Н. ... 118
Перспективность цифрового рубля в международных платежных отношениях в условиях ограниченной применимости криптовалют и использование многостороннего клиринга. Кузнецов А.С. ... 122
Китайский экспорт высокотехнологичных решений для «зелёного перехода». Наклескина А.В. ... 126
ИИ как актив и источник системного риска: экономико-регуляторный анализ на примере Китая. Саркисян В.В., Чайка Е.М. ... 130
Оценка эффективности интеграционного сотрудничества в рамках ЕАЭС в условиях санкционного давления (2022-2025). Тао Пэйжань ... 134
Сходства и различия социально-экономического развития российско-китайских приграничных территорий. Чжао Мэйна ... 138
Интеллектуальная собственность как стратегический ресурс малых и средних предприятий Вьетнама. Чэнь Чанжуй ... 141
Потенциал развития биогазовой индустрии в Бразилии. Попадько Н.В., Серапиао А.К. ... 145
Азербайджан как ключевой игрок в каспийско-черноморском энергетическом коридоре: анализ газовой дипломатии и региональных энергетических проектов. Попадько Н.В., Полаева Г.Б., Гезалов Н.А. ... 149
Форс-мажоры в международных контрактных отношениях, воздействие пандемий, войн и санкций на регулирование мировой торговли. Полаева Г.Б., Шевченко Е.Т. ... 153

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ. МЕНЕДЖМЕНТ. МАРКЕТИНГ

Инновационные образовательные технологии и их использование для профессиональной ориентации школьников старших классов. Аверьянова А.Р., Трейман М.Г. ... 156
Проблемы корпоративного управления строительным бизнесом и пути их устранения. Айнетдинов Д.Т., Зайцев А.Г. ... 159
Теоретические основы автоматизированного контроля качества подбора персонала и его место в системе корпоративного управления. Артемкина Е.В., Свиридчук Г.П. ... 161
Интеграция ии-аватаров в цифровую инфраструктуру предприятия с учётом правового регулирования. Бездудная А.Г., Брюханов Д.И., Болотов Н.В. ... 164
Моделирование стратегических коммуникационных разрывов и механизмов обратной связи в процессе формулирования и реализации стратегии предприятия. Боисова Д.Г., Червяков В.Н. ... 169
Человеческий капитал как ресурс снижения экологических рисков в организациях строительной отрасли. Братчиков Д.С. ... 172
Эволюция подходов к стратегическому управлению предприятием. Джанчарова Г.К., Кожина В.О., Бастрыкина Т.С. ... 175
Разработка модели оценки экономической эффективности цифровых двойников в операционном управлении промышленным предприятием. Дятчина Е.В., Масленникова И.Л., Мухтарова Е.А., Редкокашина К.П., Юдина Д.С. ... 179
Диагностика корпоративной культуры компании как инструмент эффективной цифровой и ESG-трансформации. Корняков М.В., Гутгарц Р.Д., Бережных М.В., Евдокименко С.С. ... 184
Концепция рискогенного замещения человеческого капитала: теоретическая модель каскадного формирования рисков при алгоритмизации управления организациями. Ергунова О.Т., Орлова О.Ю. ... 188
Адаптивная модель стратегического обеспечения конкурентоустойчивости малых и средних предприятий. Катышев Е.П. ... 192
Методология Jobs–Archetype Mapping в брендинге: синтез подходов Jobs to Be Done и архетипического моделирования. Ковалев Е.В. ... 195
Теоретические основы коучинг-менеджмента в организациях гражданской авиации. Кологоров В.Д., Дмитриев А.Г. ... 200
Различные методики управления организацией в условиях цифровой трансформации. Копышев А.А. ... 203
Система KPI государственных служащих как инструмент стратегического управления человеческими ресурсами. Краснов Е.А. ... 206
Влияние корпоративного управления на операционно-финансовую результативность российских компаний с государственным участием. Ложников А.А. ... 210
Влияние эмоционального маркетинга на потребительский выбор упаковки кормов для домашних питомцев. Лунева Е.А. ... 214
Управление клиентским опытом в стоматологической клинике на основе фреймворка «Силы клиентского опыта». Лунева Е.А. ... 218
Владельческий аудит как инструмент формирования бизнес-модели малого предприятия в сфере лёгкой промышленности: методология и программная реализация. Малахов А.А. ... 222
Влияние высшего образования на качество трудовых ресурсов: российский опыт и мировые тенденции. Моттаева А.Б., Губайдуллин Р.М., Солодарь А.А. ... 224
Формы организации дополнительного образования школьников в области разработки видеоигр: состояние и проблемы. Муравьева Ю.А. ... 229
Стратегическое управление проектной деятельностью университета с учетом теории управления стейкхолдерами. Пышков Н.И., Фролова В.Ю. ... 233
Интеграция нейросетевых решений в корпоративное управление: перспективы развития и ключевые риски. Родионов Е.А. ... 236
Формирование отзывов на основе нейронной сети. Рябов Д.И., Ибрагимхалилов Р.Т. ... 240
Цифровизация государственных функций в области регулирования трудовых отношений. Смирнов Т.В. ... 244
Экономика труда в условиях снижения численности населения трудоспособного возраста. Сопига В.А., Гранина Н.Ф. ... 248
Концептуальные основы модели «национального управления рисками производства — 2037» (НУРП—2037). Стрижков Владислав А. ... 253
Гибридная модель оценки эффекта внедрения искусственного интеллекта на производительность предприятия: эконометрия, панельные данные и цифровой след организации. Субочева М.Ю., Игнатова Е.И., Митрофанова Я.С., Гончаров В.И. ... 257
Риски и препятствия, связанные с организационным механизмом внедрения проектного подхода обеспечения деятельности государственных предприятий. Половова Т.А., Федосеев И.В. ... 260
Роботизация процессов (RPA) и внедрение искусственного интеллекта в моделирование бизнес-процессов: кейсы и эффекты. Фролов С.А. ... 262
Исследование новой парадигмы китайско-российского сотрудничества: изучение модели PPP для транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке в рамках «Пояса и пути». Цзя Икунь ... 264
Теоретические аспекты формирования и развития человеческого капитала сельских территорий. Щетникова В.В., Чепелева К.В., Шмелева Ж.Н. ... 268
Разработка алгоритма ведения бизнеса на цифровой торговой платформе. Шульга В.Ю. ... 272
Методы оценки эффективности ESG-инициатив в корпоративном управлении. Ян Сяо ... 277

Деловые игры - новый тренд в корпоративном обучении. Прохорова С.В., Глазунов Г.В., Жучкова Т.А. ... 281
Современные подходы к изучению проблем использования ИИ для обеспечения продовольственной безопасности страны. Логвинов Д.В. ... 285
Пути повышения эффективности работы асфальтобетонного завода. Никитаев М.М. ... 289
Современные концепции управления кадровым потенциалом региона в условиях многомерной неопределённости: критический анализ и направления методологического синтеза. Табаков Н.А. ... 293

ЭКОНОМИКА ОТРАСЛЕЙ И РЕГИОНОВ. ГОСУДАРСТВЕННОЕ И МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

От инфраструктурного девелопмента к инновационным экосистемам: совершенствование региональной политики управления технопарками в России. Батин С.Л. ... 296
Рациональное землепользование как фактор эколого-экономической устойчивости региона. Будаева Б.Р. ... 298
Современные методы прогнозирования потребления электроэнергии из возобновляемых источников: сравнительный анализ и перспективы применения. Гадиров А.А. ... 302
Роль компаний с государственным участием в достижении стратегических целей развития государства. Гордеев Ф.С. ... 306
Контрольно-ревизионная деятельность в ОМС: независимые уровни информации для выявления межуровневых противоречий данных объекта контроля. Дмитриев Ю.Н. ... 309
Молодые семьи на рынке жилья: барьеры улучшения жилищных условий в современной России. Доможилов В.Ю., Мухтаров Д.Ш., Васиков П.В., Никулица С.О., Семенова А.А. ... 313
Эффективность взаимодействия органов муниципального управления с малым бизнесом. Жваненко С.А., Колесникова Е.А., Жваненко К.И. ... 315
Эколого-экономическая эффективность как фактор конкурентоспособности производителей растениеводства в условиях ресурсных ограничений. Глебов И.П., Жданов В.Ю. ... 318
Адаптация фармацевтических цепей поставок России в условиях структурных шоков: сценарное моделирование рисков и затрат. Железняков М.В. ... 321
Кластеризация регионов Центрального федерального округа по уровню социально-экономического развития. Козлов Д.А. ... 326
Управление развитием цифрового потенциала региона в условиях перехода к экономике данных: инвестиционно-инновационный подход. Куликова И.Ю. ... 329
Технологическая архитектура современных машиностроительных комплексов: инновационные инженерные решения и отраслевые эффекты внедрения. Куровский С.В., Мишин Д.А., Ласкин Е.П. ... 333
Перспективы развития и эффективность городских кластеров в экономике государства. Трунов И.М., Лобанова А.Г. ... 337
Формирование системы показателей для оценки степени реализации стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса. Логинов Д.Л. ... 341
Трансформация механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики. Масленников В.В. ... 346
Влияние цифровой трансформации на региональную экономическую диверсификацию: анализ барьеров и драйверов для отраслевых комплексов. Михайленко А.Р., Родионов А.В., Коваленко Т.И., Чаленко В.В. ... 351
Экономическая турбулентность как фактор трансформации механизмов поддержки малого бизнеса в Российской Федерации. Орловский М.К. ... 355
Региональный аспект поддержки семей с детьми в условиях демографических вызовов в России. Почекутова Е.Н., Зельцер А.И. ... 359
Стратегическое управление развитием малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения в условиях цифровой трансформации. Прилепский И.А. ... 363
Влияние факторов внешней и внутренней среды на эффективность управления розничным бизнесом одежды: практический кейс. Разин С.А., Потапова О.Н. ... 366
Моделирование факторов инвестиционной привлекательности в условиях санкционного давления и импортозамещения. Рунков В.Д., Иванова О.Е. ... 369
Оценка социально-экономической устойчивости регионов России в условиях структурных шоков и глобальной неопределенности. Савельев Д.А. ... 373
Трансформация экспортной деятельности предприятий металлургического комплекса России в условиях санкционных ограничений. Смирный К.Ю. ... 378
Концептуальная модель управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования. Столяров А.И. ... 382
Применение инструментов управления и системного подхода в нефтегазовом комплексе России. Трейман М.Г. ... 386
Условия труда в строительной отрасли и направления совершенствования системы управления профессиональными рисками. Павлючко И.П., Нестеров Д.А., Туткушбаев Т.Д. ... 389
Повышение эффективности функционирования деятельности в жилищно-коммунальном хозяйстве. Уразаев Э.Р., Шитов В.Н. ... 392
Институциональная архитектура реализации адаптивной системы аграрной политики в условиях технологической трансформации и геополитической нестабильности. Халяпин А.А. ... 395
Подходы к реализации инновационных процессов в инженерных системах. Черневов В.А. ... 399
Творческие индустрии как условие повышения конкурентоспособности малых городов: инициативные практики в Свердловской области (на примере г. Алапаевск). Шанин А.А. ... 404
Стимулирование социально-экономического развития региона в обеспечении его экономической безопасности и устойчивого экономического роста (на примере Нижегородской области). Ивонина О.Г., Аблязова Н.О., Бочкова М.В., Галкина М.И., Семенчева А.В. ... 408
Интеграция мировых практик проектирования агропромышленных предприятий в городскую среду Донбасса: типологии, стандарты, адаптация. Параконный А.О. ... 411
Влияние методик продуктовых исследований в цифровой экономике: кейс навигационных сервисов. Стар И.А. ... 414
Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Бутова Т.В., Артемьев О.Г., Помпаева С.Н., Коренко Ю.М. ... 418

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

К вопросу о предиктивном обслуживании промышленного оборудования посредством DATA SCIENCE. Майоров Е.Е. ... 421
Разработка алгоритма автоматизированного создания световых сценариев на основе анализа музыкальных данных. Арефьев А.В., Белякова А.С., Тулегенов А.Р. ... 423
Архитектура агента-оркестратора для автоматизации полного цикла разработки ПО: концепция и организационно-технические аспекты внедрения. Боровских И.И., Соколов М.А., Гиззатуллин А.Р. ... 426
Оценка участия боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в противодействии его последствиям. Гарькин И.Н., Кашефи Бехзад ... 431
Особенности осуществления вертолетных перевозок пассажиров и грузов к труднодоступным месторождениям углеводородов. Голыжникова Д.Ю., Прохоров О.А. ... 435
Сравнительная оценка локальной и серверной ааа в корпоративной сетевой инфраструктуре: влияние на инциденты информационной безопасности, аудит действий администраторов и бизнес-риски. Круглов А.М., Душко И.А., Редькин И.Д., Юркова В.Р. ... 439
Мультимодальность и мультисенсорность как новая тенденция развития универсальных измерительных приборов. Епифанцев К.В. ... 442
Стохастическое моделирование процессов формирования качества воды в эстуарии реки Северная Двина при воздействии промышленных стоков. Жильникова Н.А. ... 445
Моделирование розыгрыша мяча при прессинге в футболе мобильных роботов. Кузьмин А.О., Бояркина Ю.В., Павлова К.В., Алексеев М.В. ... 449
Модель партнёрства вуза, IT-компании и стартапа в сфере разработки видеоигр. Муравьева Ю.А. ... 452
Современные подходы к преподаванию точных наук: сравнительный анализ международного и российского опыта. Титов В.Е. ... 456
Дипфейки: угроза и противодействие. Фомичева Т.Л. ... 459
Оценка ресурсов для профилактики лесных пожаров в Якутии. Яковлев В.А., Никитина М.М. ... 462

ФИНАНСЫ. НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ. СТРАХОВАНИЕ

Исследование корреляционных связей российского рубля с армянским драмом и киргизским сомом в условиях санкций. Азимков В.Е. ... 467
Влияние цифровой трансформации на оптимизацию финансовых показателей ТЭК. Алимжанов А.К. ... 471
Модели внедрения цифровых валют центральных банков в зарубежной практике: выводы для российской финансовой системы. Ангеловский А.С. 474
Управление расходами региональных бюджетов в январе 2026 года: первые итоги и тенденции. Балынин И.В., Терехова Т.Б. ... 478
Стресс-тестирование кредитных портфелей банковской системы РФ. Евдокимов М.Д. ... 483
Международная классификация цифровых активов: сравнительный анализ регуляторных подходов. Журавлев А.А. ... 487
Внедрение концепции конвергентного метода формульного ценообразования цен для повышения общей устойчивости долгосрочных контрактов в металлургии. Коломеец И.В. ... 492
Смена формата мировой платёжной системы: от SWIFT к децентрализованной архитектуре. Крук Д.М., Белова Л.Г. ... 496
Поведенческие предпосылки инфляционных ожиданий. Ливанова Р.В., Тарчоков С.К., Кепа Ю.Н. ... 500
Информационно-алгоритмический анализ в отслеживании тренда и оценки ценных бумаг. Майоров Е.Е. ... 503
Применение количественных методов в портфельном управлении на российском фондовом рынке: библиометрический анализ тематической выборки публикаций. Недорезов З.И. ... 506
Субфедеральные облигации как самостоятельный сегмент облигационного рынка Российской Федерации. Попова Т.А., Попова А.Р. ... 511
Банковский сектор России в современных условиях: анализ состояния и оценка влияния дестабилизирующих факторов на его устойчивость и развитие. Савчина О.В., Усачева В.Д., Савчина О.В. ... 515
Вторичные санкции как инструмент трансформации международной финансовой архитектуры. Татаров Т.В. ... 520
Цифровая трансформация финансового образования: новые требования к подготовке специалистов финансовой сферы. Титов В.Е. ... 524
Сравнительный анализ налоговых льгот субсидий и тарифного регулирования для ускорения внедрения низкоуглеродных технологий в лесозаготовке переработке и логистике. Цзун Цзытун ... 526

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ, СТАТИСТИЧЕСКОЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Байесовский алгоритм оценки динамической корреляции: сравнение с BEKK-GARCH и методом скользящего окна. Айвазян Г.В. ... 530
Инструментальные методы инвестиционно-аналитической оценки жилой недвижимости: сравнительный анализ эконометрических и нейросетевых моделей. Аликова А.А. ... 535
Применение графовых нейронных сетей для моделирования комплексных процессов предприятия. Федюкин Д.А., Кудрявцев С.Д., Зацепин А.С., Миронов Н.М., Тарасова О.Б. ... 539
Эволюция рыночной структуры в условиях цифровых экосистем: от монополии к «конкурентной коллаборации». Фетюков Н.О. ... 543
Модели и информационные технологии управления операциями с цифровыми валютами. Фомин В.Е. ... 546
Математические модели оценки уровня эффективности применения ресурсов в лесопромышленном комплексе. Шульгин Е.Д. ... 549

СТРОИТЕЛЬСТВО. АРХИТЕКТУРА

Архитектурное формирование объектов высокотехнологичных отраслей. Алам Эль Дин Сабрина Хассан, Гарькин И.Н., Яо Л.М., Ахметов Ш.Р. ... 553
Архитектурные модели для устойчивых и интеллектуальных зданий: типология и оценка на основе конкретных примеров. Аббасзадех Настаран, Курочкина В.А., Медани Шоайб ... 556
Моделирование динамического воздействия на фортификационные сооружения Первой мировой войны. Антропова Д.Д., Софронова Е.А., Соколов А.А., Соколов Н.А. ... 560

Модифицированная модель Друкера-Прагера для анализа напряженно-деформированного состояния бетонных конструкций. Аскеров Р.Ш., Иванов М.С., Галиев И.А., Нежурин Е.А. 564
Влияние металлических конструкций на архитектуру выставочных павильонов. Беленя И.М. 569
Оптимизация организационно-технологических решений при реконструкции жилых зданий в условиях плотной городской застройки. Березкин И.Д., Карачаева Н.Д., Смирнов Г.Д., Земских К.А., Бидов Т.Х. 573
Совершенствование календарного планирования строительных процессов с применением цифровых bim-технологий. Березкин И.Д., Карачаева Н.Д., Смирнов Г.Д., Земских К.А., Бидов Т.Х. 576
Влияние урбанизированных грунтов на надёжность фундаментов. Бурулов М.С., Левичкин И.Н., Попов С.Е., Малышев Н.С., Леонов К.В. 579
Принципы трансформации ботанических образов в параметрической архитектуре. Голик М.В., Городова М.Н., Архипова А.В. 582
Анализ транспортного потока с использованием методов компьютерного зрения. Куликов М.А., Голых О.В., Хмызов Д.А., Шаповалов С.С., Осадчий И.В. 586
Совершенствование пожарной автоматики пожаро-взрывоопасных объектов хранения нефтепродуктов. Голякова Е.И., Филкова А.П., Снежко А.А., Малышевская Л.Г. 590
Применение 3D-печати в строительстве. Горбатенко Д.А., Пустенко Я.В., Володин В.А., Лазарева А.С., Бурунов А.С. 593
Интеграция автоматизированных систем управления в инженерные сети. Горбатенко Д.А., Пустенко Я.В., Володин В.А., Лазарева А.С., Бурунов А.С. 596
Системный подход к инструментальному контролю инженерных систем жилого здания: приоритетные направления развития и технологическое обеспечение. Виноградова Е.В., Горбунов И.А., Тюленева П.В. 598
Исследование работы системы вентиляции с роторным регенератором в здании после реновации. Грубер К.А. 601
Устойчивая городская среда: современные подходы к утилизации автомобильных шин и 3D-печать в строительстве. Козьмина Е.Ю., Гурик В.А., Поляков В.Г. 604
Перспективы применения изношенных шин при формировании экологически устойчивой городской инфраструктуры. Козьмина Е.Ю., Гурик В.А., Мавлютов Р.Р. 608
Сравнительный расчёт энергоэффективности различных типов стеновых панелей. Данилов Н.Д., Мамаш М.М., Аппаков С.Э., Шибзухов М.М., Зотова А.А. 612
Расчетный прогноз деформаций многоэтажных зданий на свайных фундаментах в условиях большой толщи слабых грунтов. Дегтерева Е.Э., Дурягин К.М., Козырев К.С. 614
Инновационный подход к геотехническим работам при многоэтажном строительстве. Дегтерева Е.Э., Дурягин К.М., Осокин А.И. 619
Аварийный жилищный фонд в России: динамика, причины и эффективность программ расселения. Доможилов В.Ю., Мухтаров Д.Ш., Васиков П.В., Никулица С.О., Семенова А.А. 622
Световоды в архитектуре современных жилых комплексов: анализ решений и перспективы применения. Дорожкина Е.А. 624
Основные принципы развития новых обозначений сварочных технологий и металлообработки. Епифанцев К.В. 627
Проектирование энергоэффективных ограждающих конструкций в условиях Крайнего Севера (на примере ЯНАО). Жилина Т.С., Чернышев Д.А. 629
Современная мировая архитектура аэропортов. Панченко А.Д., Ляпичева А.Д., Никитина А.А. 632
Оценка прочностных характеристик модифицированного бетона на основе диатомита методом статического расчета. Йорданос Могсе Гирма, Рынковская М., Абубакар Сидики Траоре 636
Сравнительный технико-экономический анализ составов бетонных смесей, армированных базальтовым волокном, для жилищного строительства в Замбии. Калуба Чеве, Сафаа Хамуд, Рынковская М., Мбеле Ндзана. М.Д., Марьям Сабери 639
Анализ особенностей эксплуатации объектов строительства на закарстованных территориях. Кирш В.А. 642
Карстовый риск эксплуатируемых объектов капитального строительства на закарстованных территориях. Кирш В.А. 645
Архитектурная и творческая интерпретация кирпича Gbankor: пример устойчивой жилой архитектуры в Гане. Кисси Юджин Нейзер 648
Использование искусственного интеллекта в проектировании зданий и сооружений. Колчин В.Н. 652
Особенности архитектурного облика современных школ и советского периода. Коновалова Е.А. 656
Технологии усиления несущих конструкций при реконструкции зданий. Константинов Д.С., Малышев Н.С., Верченко С.В., Хмеленко А.П., Силачёва Д.Д. 660
Организация строительной площадки и её влияние на сроки и качество строительства. Константинов Д.С., Малышев Н.С., Верченко С.В., Хмеленко А.П., Силачёва Д.Д. 662
Анализ аналитического и численного методов расчета напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты перекрытия. Корякин Д.В. 664
Архитектурный анализ современного состояния и тенденций развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге. Краснов Р.К., Перов Ф.В. 667
Архитектурно-дизайнерские приёмы организации исцеляющих парков. Черешнев И.В., Павлушина Н.А., Рубцова А.В., Кудинова К.Р., Муртазинова М.А. 672
Оценка эффективности внедрения теплонасосной системы теплоснабжения в малоэтажном строительстве. Ометова М.Ю., Зайцева И.А., Логинова С.А., Левицкий С.В. 675
Оценка экономической эффективности применения теплоизоляционных материалов в наружных ограждающих конструкциях. Малыгина О.А., Соколов В.И., Салуквадзе Г.В., Баев Е.А. 679
Повышение несущей способности железобетонных конструкций с использованием композитного материала. Малькова С.Р., Вяткин В.А., Попов С.Е., Малышев Н.С., Леонов К.В. 683
Особенности современного проектирования безбарьерной среды для людей с ограниченными возможностями в дизайне архитектурной среды. Майснер Т.Н., Мандрыка В.С., Цыганова Ю.Д. 685
Повышение эффективности контроля качества проектной документации строительных объектов в деятельности технического заказчика. Махамат Али Ахмат, Михайлова Е.В. 689
Медиа-арт в декоративных решениях общественно-торговых комплексов с подземным пространством на примере BoscoVesna в Москве. Михайлова Е.В. 692
Повышение эксплуатационной надёжности фундаментных блоков за счёт применения модифицированного бетона. Положнов А.В., Мухаммад Айман Аль газали 697
Генезис государственного учета жилищного фонда в условиях эволюции жилищного законодательства России. Огурцова А.Н. 700
Методика предварительной оценки напряженно-деформированного состояния оболочек вращения для оптимизации конструктивных решений на ранних стадиях проектирования. Окольникова Г.Э., Лукьянченко Д.Р., Наджиб Ахмад Билал 704
Экореабилитация общественных пространств промышленных городов. Осминкин М.А. 707
Применение композитной арматуры в строительных конструкциях. Паренкина Я.Д., Габова В.В., Гребенюк Н.С., Бабенко Я.Р. 710
Оценка воздействия агрессивных водонасыщенных глинистых грунтов на плитные фундаменты. Максютова Е.А., Паренкина Я.Д., Габова В.В., Клименко В.И. 714
Исследование эксплуатационных показателей автомобильной дороги на автоматических пунктах весогабаритного контроля. Пекин Н.А., Клековкина М.П., Евтюков С.С. 717
«Пашский перевоз»: размещение пассажирских дебаркадеров как фактор градостроительного развития территорий на реках Паша, Свирь и части мариинской водной системы. Перов А.Ф., Завьялова Е.В. 720
Сторожно-заключительный этап туристической дестинации "Пашский перевоз". Перов А.Ф., Завьялова Е.В. 723
Методы обнаружения аномалий в работе тепловых пунктов систем теплоснабжения. Понуровский Я.А., Чекардовский М.Н. 726
Архитектурное решение ландшафтного пространства современного многофункционального сада. Портнова И.В., Акиншин В.А. 730
Технологические решения внедрения инженерных систем в общий коммуникационный коллектор. Потолицына Д.Ю., Виноградова Е.В. 733
Сравнительный анализ методов формирования пульсирующего режима в системах водяного отопления. Рындин Н.А. 736
Исследование влияния нарушения сцепления арматуры с бетоном на несущую способность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов. Саузина А.Д., Попов Д.С. 739
Расчет несущей способности буронабивной сваи в скальном массиве в условиях осевого сжатия. Зерцалов М.Г., Силантьева Д.А. 742
Интеллектуальные системы контроля состояния конструкции (SHM) как инструмент обеспечения безопасности и надежности пешеходных мостов. Танеев В.Г. 745
Методика хронометражного анализа и нормирования операций при техническом обследовании зданий и сооружений. Топчий Д.В., Козлова Л.А. 749
Социальная деятельность Русской Православной Церкви: аналитический обзор современных отечественных исследований. Фарстова Д.А. 752
Цифровые двойники в системах водоснабжения и водоотведения: мировой опыт и перспективы внедрения в России. Феськова А.Я. 756
Проектирование эффективной и технологичной ограждающей конструкции для таунхаусов в условиях Рязанской области: материаловедческий, теплотехнический и технологический анализ. Фомичёва С.А., Князева М.В. 758
Исследование интеллектуального механизма в процессе управления строительными проектами с использованием ТИМ-технологий. Хашим Абакар Хашим 763
Ключевые принципы формирования дизайна психологически оздоравливающей среды современных общественных зданий. Черкасских И.С., Цыганова Ю.Д. 765
Информационная модель объекта капитального строительства: мониторинг, актуализация и верификация (на примере ЖК «Автор»). Шабалов Н.Н. 768
Современные подходы к интеграции традиционного патио в малоэтажную жилую архитектуру города Лагуат. Бенаммар Фатима 772
Транспортно-пересадочные узлы в структуре городов мира. Забалуева Т.Р., Шамарина А.А. 775
Влияние ландшафтных решений на снижение шума в городской среде. Казаков Н.О., Калинина Н.С. 779
Размещение промышленного предприятия относительно городской среды на примере станции по опреснению морской воды. Лужанская А.С., Газизов Т.Х. 782
Влияние образовательных концепций на формирование образовательной среды в рамках альтернативных методик. Осипова С.В. 785
Особенности восприятия масштаба городской застройки на примере панельной массовой жилой застройки 1970-х годов. Рощин М.К. 790
Адаптация традиционных принципов жилища в современной городской среде арабских стран. Сулейман Халиль 794
Принципы формирования высотных общественных зданий в Российской Федерации (на примере авторского проекта в городе Санкт-Петербурге). Сущенко Ю.В., Мельникова И.Б. 797
Придорожные комплексы нового формата. Шаяхова Э.Ф. 801
Проблемы и перспективы внедрения интеллектуальных систем мониторинга и контроля утечек газа. Шеногин М.В., Балашов Е.С. 804

Оценка эффективности финансового обеспечения инновационной политики в регионе (на примере Иркутской области)

Антипина Оксана Викторовна
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и цифровых бизнес-технологий, Иркутский национальный исследовательский технический университет, antipina_oksana@mail.ru,

Ван Янь
аспирант, Иркутский национальный исследовательский технический университет, yanavan281998@mail.ru,

Рудковская Виктория Александровна
экономист-финансист, АО «Энерпром-Ниппо», vika.rudkowskaia@yandex.ru

В статье проведен анализ эффективности финансового обеспечения инновационной политики на примере Иркутской области. Проведена оценка основных финансовых параметров реализации государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика» (2019-2026 гг.). На основе анализа статистических данных выявлены структурные дисбалансы в распределении бюджетных средств, а также сокращение ключевых индикаторов инновационного развития и системные проблемы в управлении финансовыми ресурсами. Разработаны практические рекомендации по оптимизации финансового обеспечения инновационной сферы региона, направленные на интеграцию региональных инициатив с федеральными стратегиями. Полученные результаты могут быть использованы для корректировки инструментов инновационной политики в регионах России.
Ключевые слова: бюджет, государственные инновационные программы, инновационная политика, региональное развитие, финансовое обеспечение.

Инновационная политика является ключевым элементом стратегии социально-экономического развития российских регионов. Однако результативность данной политики напрямую определяется системным подходом к финансированию и координацией с федеральными приоритетами. Степень реализации этих условий и их влияние на инновационное развитие целесообразно рассмотреть на примере конкретного субъекта РФ. Объектом данного исследования выступает Иркутская область, инновационная политика которой анализируется с точки зрения системности финансирования и согласованности с федеральными приоритетами.

Цель исследования заключается в оценке динамики финансовых потоков, анализе проблем распределения ресурсов и разработке мер по повышению результативности инновационной политики региона.

Иркутская область занимает значимое положение в системе инновационной политики Российской Федерации, что обусловлено ее уникальным научно-промышленным потенциалом, географическими особенностями и концентрацией исследовательских институтов. Регион, обладая значительными природными ресурсами и развитой инфраструктурой, служит площадкой для объединения фундаментальных научных исследований, прикладных разработок и промышленного производства, что отвечает стратегическим целям национальной технологической инициативы.

Основу научно-технологического развития Иркутской области составляют академические институты Иркутского научного центра СО РАН, осуществляющие исследования в сферах физической химии, геосистем, экологии и энергетики, а также ведущие учебные заведения региона – Иркутский государственный университет и Иркутский национальный исследовательский технический университет. Эти университеты обеспечивают подготовку специалистов для высокотехнологичных отраслей и принимают участие в реализации федеральных целевых программ, способствуя интеграции образования и прикладной науки [5, 9, 11].

Инновационная политика региона направлена на развитие междисциплинарных направлений, таких как рациональное использование природных ресурсов, биотехнологии, цифровизация промышленного производства и создание материалов нового поколения. В качестве примера плодотворного взаимодействия научных школ и предпринимательской среды можно привести проекты, связанные с глубокой переработкой древесины, разработкой экологически безопасных строительных композитов, а также внедрением интеллектуальных систем управления энергопотреблением.

Эти инициативы поддерживаются региональными инструментами стимулирования, такими как налоговые льготы для резидентов технопарков и грантовые программы для стартапов [1, 7].

Иркутская область, обладая значительным научно-промышленным потенциалом, демонстрирует противоречивые результаты реализации программы «Экономическое развитие и инновационная экономика» [6]. Рассмотрим динамику инновационного развития Иркутской области в национальном контексте по данным на 2025 год. Согласно данным НИУ ВШЭ, Иркутская область занимает 32-ю позицию в интегральном рейтинге инновационного развития, относясь ко II группе регионов РФ с индексом 0,4117 [3]. Анализ компонентных индексов выявляет неоднородность структурных факторов, представленные в таблице 1.

Таблица 1
Структурные факторы инновационного развития Иркутской области

	Место в рейтинге	Группа в рейтинге	Значение индекса
Распределение регионов по значению индекса социально-экономических условий	35	III	0,3675
Распределение регионов по значению индекса научно-технического потенциала	25	II	0,3900
Распределение регионов по значению индекса инновационной деятельности	45	IV	0,2635
Распределение регионов по значению индекса качества инновационной политики	23	II	0,4020

Примечание – составлено авторами на основании источников [3].

Позиционирование Иркутской области во II группе интегрального рейтинга маскирует значительные структурные дисбалансы. Отнесение региона к IV группе по уровню инновационной активности и к III группе по социально-экономическим условиям приводит к возникновению «узких мест», нивелирующих эффект от высокого научно-технического потенциала и качества управления. Для перехода в группу лидеров необходима адресная поддержка коммерциализации инноваций, усиление кооперации науки и бизнеса, а также улучшение социально-экономических параметров, влияющих на инвестиционную привлекательность региона.

Таблица 2

Показатели инновационного развития Иркутской области (2020–2024 гг.)

Показатель	Ед. изм.	2020	2021	2022	2023	2024
Объемы производства						
Общий объем отгруженных товаров/услуг	млн руб.	2 467 748,0	3 004 853,2	2 224 371,1	2 473 358,3	2 911 192,0
Объем инновационных товаров/услуг	млн руб.	16 973,1	4 054,6	14 519,2	4 587,8	8 680,4
Доли инновационной продукции						
Доля инновационной продукции в общем объеме	%	0,7	0,1	0,7	0,2	0,3
Доля инновационной продукции в промпроизводстве	%	0,7	0,1	0,9	0,2	0,2
Финансирование инноваций						
Затраты на инновационную деятельность	млн руб.	43 279,5	51 990,8	127 778,3	83 954,1	189453,1
Удельный вес затрат на инновации в общем объеме отгрузки	%	1,8	1,7	5,7	3,4	6,5
Активность организаций						
Уровень инновационной активности организаций	%	7,1	6,4	6,9	7,7	7,8
Доля организаций, осуществлявших технологические инновации	%	18,3	15,1	15,9	17,3	16,7

Примечание – составлено авторами на основании источников [4].

Анализ динамики показателей инновационного развития Иркутской области за период 2020–2024 гг. свидетельствует о формировании противоречивой траектории регионального инновационного процесса, характеризующейся существенным дисбалансом между масштабами финансового обеспечения и результативностью внедрения инновационных решений. На фоне колебаний общего объема отгруженных товаров и услуг, варьирующегося в интервале от 2,2 до 3,0 трлн рублей, показатели выпуска инновационной продукции характеризуются значительной волатильностью с амплитудой изменений, превышающей 300%. Это может свидетельствовать о структурной неустойчивости инновационного сектора и его зависимости от реализации отдельных крупных проектов либо влияния конъюнктурных факторов.

Ключевым выводом является сохраняющаяся крайне низкая доля инновационных товаров и услуг в общем объеме экономики региона, не превышающая 0,9% на протяжении всего анализируемого периода. Такой показатель отражает недостаточную трансформацию инвестиционных ресурсов в коммерчески успешные результаты, а также ограниченный процесс распространения инноваций в реальном секторе экономики. При этом затраты на инновационную деятельность демонстрируют выраженную тенденцию к росту и увеличились более чем в четыре раза к 2024 году. Однако опережающая динамика финансирования не находит сопоставимого отражения в объемах выпуска инновационной продукции, что, вероятно, связано с временными задержками между этапами исследований и разработок и их внедрением, а также может указывать на существующие проблемы в управлении инновационными проектами.

Стабильно низкий уровень инновационной активности организаций, колеблющийся в интервале 6,4-7,8%, и незначительное снижение удельного веса предприятий, осуществляющих технологические инновации, подтверждают наличие системных барьеров, сдерживающих массовое вовлечение хозяйствующих субъектов в инновационную деятельность, среди которых могут выступать институциональные ограничения, дефицит квалифицированных кадров, недостаточный уровень кооперации между наукой и бизнесом, а также высокие риски, ассоциированные с реализацией инновационных инициатив в условиях макроэкономической неопределенности. Таким образом, сложившаяся модель инновационного развития Иркутской области характеризуется экстенсивным типом финансирования при недостаточной результативности, что актуализирует необходимость совершенствования механизмов государственной поддержки, ориентированных на стимулирование не только затратной составляющей, но и конечных эффектов инновационной деятельности, а также на формирование устойчивых цепочек создания стоимости в высокотехнологичных сегментах региональной экономики.

Анализ динамики инновационного развития Иркутской области за 2020-2024 гг. выявляет системные вызовы, которые препятствуют переходу региона к модели устойчивого технологического роста. Несмотря на наличие научно-технического потенциала и формально высокие позиции в рейтингах инновационной политики, ключевые показатели остаются низкими, что свидетельствует о глубоких структурных дисбалансах.

Проведенный анализ позволил выделить ключевые дисбалансы в финансовом обеспечении инновационной сферы Иркутской области. Во-первых, обращает на себя внимание несбалансированность самого механизма финансирования: резкие колебания затрат – от 43,3 млрд руб. в 2020 г. до 127,8 млрд руб. в 2022 г. с последующим снижением до 83,9 млрд руб. в 2023 г., а также вариативность их доли в ВРП в пределах 1,8-5,7% – свидетельствуют о высокой зависимости региональной инновационной системы от разовых проектов и воздействия внешних шоков (санкционных ограничений, инфляционных процессов) [4]. При этом наблюдается низкая эффективность вложений: существенный рост расходов не коррелирует с увеличением доли инновационной продукции в регионе, которая на протяжении рассматриваемого периода сохраняется на уровне 0,13-0,69%, и не способствует улучшению позиций области в национальных рейтингах (45-е место по уровню инновационной деятельности) [3].

Во-вторых, необходимо отметить сырьевую зависимость экономики региона и институциональные ограничения, являющиеся системными барьерами инновационного развития Иркутской области. Преобладание отраслей с низким уровнем технологического развития, таких как металлургия и топливно-энергетический комплекс, определяет ограниченную восприимчивость региональной экономики к инновациям. Более 99 % отгруженной продукции составляют товары, не относящиеся к инновационной, а доля инноваций в промышленности не превышает 0,9 % в рассматриваемом периоде, что примерно в четыре раза ниже среднероссийского показателя [4]. Данный факт отражает отсутствие значимой диверсификации экономики и сохранение сырьевой модели её развития, несмотря на заявленные цели технологического прогресса. Эта структурная проблема усугубляется институциональными барьерами, в частности, недостаточной кооперацией между академической наукой, представленной Иркутским научным центром СО РАН, и предпринимательским сектором, что приводит к низкому уровню коммерциализации технологий. Несмотря на формально удовлетворительные показатели инновационной политики (позиции в диапазоне 24-33 по субиндексам федеральных рейтингов), это не компенсирует недостаток системных инструментов поддержки, таких как гранты, налоговые льготы и венчурное финансирование, которые необходимы для инициации инновационной активности [3].

Таким образом, необходимо подчеркнуть, что Иркутская область находится перед стратегическим выбором: текущая траектория развития ведет к закреплению сырьевой специализации региона и утрате инновационного потенциала. Однако субъект обладает уникальным потенциалом для прорыва – научными кадрами, энергетическими ресурсами и геостратегическим положением. Эффективность предлагаемых преобразований зависит от институциональных факторов: консолидации усилий органов государственной и муниципальной власти, межведомственной координации и долгосрочных инвестиций. Без этого формальные успехи останутся лишь имитацией развития, не способной преодолеть сырьевую инерцию.

Конкретные параметры сложившейся траектории развития раскрываются при анализе финансовых показателей реализации региональной инновационной политики. Проведем анализ основных показателей финансового обеспечения реализации инновационной программы развития Иркутской области.

Прежде всего, следует отметить несистемным характер бюджетного финансирования подпрограммы «Инновационная экономика» в рамках государственная программа Иркутской области «Экономическое развитие и инновационная экономика на 2019-2026 гг.». В 2023 г. объем финансирования инновационной сферы достиг максимального значения за рассматриваемый период – 8 938,5 млн руб., что на 68% превысило показатель 2022 г. Однако уже в 2024 г. наметилась негативная тенденция: объем ассигнований сократился до 7 139,7 млн руб. (снижение на 19,5% к уровню предыдущего года) [6, 10].

Структура распределения средств в 2023-2024 гг. характеризовалась следующими основными направлениями: поддержка технологических

стартапов (гранты, акселераторы) – 2,1 млрд руб.; развитие инновационной инфраструктуры (Иркутский нанополис, ЦКП «Ангара») – 1,8 млрд руб.; софинансирование мероприятий в рамках федеральных проектов (в частности, «Цифровая экономика») – 3,3 млрд руб. Подпрограмма «Поддержка инновационной, научной и научно-технической деятельности» получила в 2022-2023 гг. 87 млн руб., однако аудит выявил нарушения в использовании 46,4 тыс. руб. (53% от проверенной суммы) [8].

Несмотря на рост бюджета на 18 % за 5 лет, доля расходов на инновации в ВРП не превышает 0,9 %, что существенно меньше, чем в других субъектах страны. Например, в Свердловской области этот показатель составляет 1,8 %. [3].

В результате реализации программы было создано 42 новых производства (2022-2024 гг.). В то же время 70 % проектов были сосредоточены в сырьевом секторе, тогда как высокотехнологичные направления (например, биоинженерия, IT) получили менее 15 % средств.

Таблица 3

Динамики финансирования государственной программы Иркутской области «Экономическое развитие и инновационная экономика» по источникам поступлений, млн руб.

Направление финансирования	Динамика объемов финансирования за счет средств:											
	федерального бюджета			регионального бюджета			местного бюджет			иных источников		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Финансирование государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика»	756,46	843,45	863,87	3 028, 52	4 454, 85	7 336,06	0,08	-	331,62	-	-	452,52
в том числе подпрограммы:												
Поддержка малого и средненго бизнеса	155,72	138,25	164,66	102,13	172,33	74,77	-	-	-	-	-	-
Поддержка инновационной, научной и научно-технической деятельности	1,76	1,73	1, 64	104,06	47,13	47,36	-	-	-	-	-	-
Повышение инвестиционной привлекательности Иркутской области	-	-	-	10,27	4,12	1,08	-	-	-	-	-	-
Государственная политика в сфере экономического развития	-	-	-	787,81	1 189, 97	1 713, 24	-	-	181,12	-	-	-

Примечание – составлено авторами на основании источников [2, 5].

Анализ структуры и динамики финансирования государственной программы Иркутской области «Экономическое развитие и инновационная экономика» за период 2021–2023 гг. позволяет констатировать выраженную зависимость регионального инновационного комплекса от ресурсов областного бюджета, доля которых в совокупном объёме ассигнований стабильно превышает 80%, что свидетельствует о недостаточной диверсификации источников финансового обеспечения и повышенной уязвимости программы к колебаниям региональных бюджетных параметров. При этом федеральное финансирование сконцентрировано преимущественно в подпрограмме поддержки малого и среднего предпринимательства, тогда как направления, непосредственно ориентированные на генерацию инноваций (научная и научно-техническая деятельность), получают менее 2% от совокупного объёма федеральных трансфертов, что ограничивает потенциал трансфера технологий и коммерциализации результатов исследований. Характерной особенностью анализируемого периода является резкая интенсификация бюджетных вливаний в 2023 году, когда общий объём финансирования программы увеличился на 69% относительно уровня 2022 года, однако данный рост обусловлен преимущественно разовыми ассигнованиями в рамках обеспечивающей подпрограммы «Государственная политика в сфере экономического развития» и подпрограммы «Повышение инвестиционной привлекательности», а не системным наращиванием ресурсов, направленных непосредственно на стимулирование инновационной активности хозяйствующих субъектов. Отсутствие стабильного притока средств из внебюджетных и муниципальных источников, доля которых в 2023 году не превысила 9% совокупного финансирования, подтверждает слабую вовлечённость частного сектора и органов местного самоуправления в реализацию инновационной политики региона, что снижает устойчивость и масштабируемость достигаемых результатов. В совокупности выявленные диспропорции в структуре финансирования указывают на необходимость пересмотра механизма ресурсного обеспечения программы в направлении повышения доли федеральных и внебюджетных источников, а также более чёткой привязки объёмов ассигнований к целевым индикаторам результативности инновационной деятельности, что позволит обеспечить не только количественный, но и качественный рост инновационного потенциала Иркутской области.

Интеграция Иркутской области в общероссийскую инновационную систему усиливается за счет участия в федеральных проектах, включая «Наука и университеты» и «Цифровая экономика». Регион выступает площадкой для испытания технологий в условиях экстремальных климатических и географических характеристик Восточной Сибири, что повышает их адаптивность и конкурентоспособность. Перспективы дальнейшего развития связаны с расширением кооперации между академическими институтами, вузами и корпоративным сектором, а также с укреплением международного научно-технического сотрудничества, ориентированного на решение задач технологического суверенитета страны.

Инновационная политика Иркутской области сталкивается с противоречиями между ростом финансирования в 2023 г. и последующим его сокращением, а также снижением ключевых показателей эффективности. Для достижения целей национального проекта «Наука и университеты» необходима системная корректировка управленческих механизмов, усиление контроля и интеграция с федеральными инициативами. Реализация предложенных мероприятий способна способствовать повышению конкурентоспособности региона в условиях нарастающих глобальных технологических вызовов.

За последние пять лет инновационная политика Иркутской области отражает заметные изменения как в финансовом обеспечении, так и в динамике показателей инновационного развития. В рамках программы «Инновационная экономика» регион нацелен на укрепление инвестиционной привлекательности и развитие малого и среднего бизнеса, однако сталкивается с рядом проблем, среди которых – ограниченность финансирования и низкая результативность реализации проектов.

К числу ключевых затруднений по-прежнему относятся недостаточная координация между государственными и частными структурами, а также отсутствие сформированных механизмов для оценки эффективности инновационных инициатив. В числе рекомендаций выделяется необходимость усиления поддержки стартапов, расширение инфраструктуры, ориентированной на инновационные предприятия, а также внедрение систем, позволяющих осуществлять мониторинг и оценку достижений. Для повышения эффективности финансирования инновационной политики в Иркутской области требуется комплексный подход, сочетающий финансовые и организационные меры.

Литература

1. Постановление Правительства Иркутской области от 24.09.2024 № 739-пп «Об утверждении государственной программы Иркутской области «Научно-технологическое развитие Иркутской области» на период 2025-2030 годов [Электронный ресурс]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/3800202409260002 (дата обращения: 31.03.2026).

2. Постановление Правительства Иркутской области от 12.11.2018 № 828-пп «Об утверждении государственной программы Иркутской области «Научно-технологическое развитие Иркутской области» на период 2019 - 2026 годы (с изменениями на: 13 ноября 2023 года) [Электронный ресурс]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/550247338/titles/IVMN5J(дата обращения: 31.03.2026).

3. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 10 [Электронный ресурс] / В. Л. Абашкин, Г. И. Абдрахманова, С. В. Артёмов, и др.; под ред. Л. М. Гохберга, Е. С. Куценко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — Электрон. текст. дан. (21.7 Мб). — М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2025. [Электронный ресурс]. – URL: https://issek.hse.ru/news/1068199937.html (дата обращения: 31.03.2026).

4. Официальная статистика - Наука, инновации и технологии [Электронный ресурс]. – URL: https://38.rosstat.gov.ru (дата обращения: 31.03.2026).

5. Перечень научных организаций СО РАН в Иркутске [Электронный ресурс]. – URL: https://www.sbras.ru/ru/organization/50564

6. Экономическое развитие и инновационная экономика Иркутской области [Электронный ресурс]. – URL: https://irkobl.ru/region/gov_programms/economy/ (дата обращения: 31.03.2026).

7. Отчеты о деятельности министерства экономического развития и промышленности Иркутской области [Электронный ресурс]. – URL: https://irkobl.ru/sites/economy/about/work-status/work-report.php (дата обращения: 31.03.2026).

8. Государственные программы Иркутской области [Электронный ресурс]. – URL: https://irkobl.ru/sites/economy/bor/gov_programm/?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.4c875171aqs0Je (дата обращения: 31.03.2026).

9. Официальный сайт ИГУ [Электронный ресурс]. – URL: https://isu.ru/ru/university/history/history_development/history_development/(дата обращения: 31.03.2026).

10. Открытый бюджет Иркутской области [Электронный ресурс]. – URL: https://openbudget.irkobl.ru/ispolnenie-budgeta/analiticheskie-dannye/section.php?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.4c875171aqs0Je&IBLOCK_ID=26&SECTION_ID=13697 (дата обращения: 31.03.2026).

11. Официальный сайт ИРНИТУ [Электронный ресурс]. – URL: https://www.istu.edu/novosti/pub/84669 (дата обращения: 31.03.2026).

Evaluation of the effectiveness of financial support for innovation policy in the region (using the Irkutsk region as an example)

Antipina O.V., Wang Yan, Rudkovskaya V.A.
Irkutsk National Research Technical University, Enerprom-Nippo JSC

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article analyzes the effectiveness of financial support for innovation policy using the example of the Irkutsk region. The assessment of the main financial parameters of the implementation of the state program "Economic Development and Innovative Economy" (2019-2026) was carried out. Based on the analysis of statistical data, structural imbalances in the allocation of budget funds, as well as a reduction in key indicators of innovative development and systemic problems in financial resource management were identified. Practical recommendations have been developed to optimize the financial support of the region's innovation sector, aimed at integrating regional initiatives with federal strategies. The results obtained can be used to adjust the instruments of innovation policy in the regions of Russia.

Keywords: budget, state innovation programs, innovation policy, regional development, financial provision.

References

1. Resolution of the Government of the Irkutsk Region dated September 24, 2024 No. 739-pp "On Approval of the State Program of the Irkutsk Region "Scientific and Technological Development of the Irkutsk Region" for the Period 2025-2030 [Electronic resource]. - URL: http://publication.pravo.gov.ru/document/3800202409260002 (date of access: March 31, 2026).

2. Resolution of the Government of the Irkutsk Region dated November 12, 2018 No. 828-pp "On Approval of the State Program of the Irkutsk Region "Scientific and Technological Development of the Irkutsk Region" for the Period 2019-2026 (as amended on November 13, 2023) [Electronic resource]. – URL: https://docs.cntd.ru/document/550247338/titles/IVMN5J (date of access: 31.03.2026).

3. Innovative Development Ranking of Subjects of the Russian Federation. Issue 10 [Electronic resource] / V. L. Abashkin, G. I. Abdrakhmanova, S. V. Artyomov, et al.; edited by L. M. Gokhberg, E. S. Kutsenko; National Research University Higher School of Economics. — Electronic text. data. (21.7 MB). — Moscow: ISSEK HSE, 2025. [Electronic resource]. – URL: https://issek.hse.ru/news/1068199937.html (date of access: 31.03.2026).

4. Official Statistics - Science, Innovation, and Technology [Electronic resource]. Available at: https://38.rosstat.gov.ru (Accessed: March 31, 2026).

5. List of Scientific Organizations of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences in Irkutsk [Electronic resource]. Available at: https://www.sbras.ru/ru/organization/50564

6. Economic Development and Innovative Economy of the Irkutsk Region [Electronic resource]. Available at: https://irkobl.ru/region/gov_programms/economy/ (Accessed: March 31, 2026).

7. Reports on the Activities of the Ministry of Economic Development and Industry of the Irkutsk Region [Electronic resource]. Available at: https://irkobl.ru/sites/economy/about/work-status/work-report.php (Accessed: March 31, 2026).

8. State Programs of the Irkutsk Region [Electronic resource]. – URL: https://irkobl.ru/sites/economy/bor/gov_programm/?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.4c875171aqs0Je (date of access: March 31, 2026).

9. Official website of Irkutsk State University [Electronic resource]. – URL: https://isu.ru/ru/university/history/history_development/history_development/(date of access: March 31, 2026).

10. Open Budget of the Irkutsk Region [Electronic resource]. – URL: https://openbudget.irkobl.ru/ispolnenie-budgeta/analiticheskie-dannye/section.php?spm=a2ty_o01.29997173.0.0.4c875171aqs0Je&IBLOCK_ID=26&SECTION_ID=13697 (accessed: 31.03.2026).

11. Official website of IRNITU [Electronic resource]. – URL: https://www.istu.edu/novosti/pub/84669 (accessed: 31.03.2026).

Ресурсная комплементарность крупного бизнеса и малых инновационных компаний

Войтенко Иван Русланович
аспирант, кафедра Экономики инноваций, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, voytenko.ivan76@mail.ru

В статье анализируется, какие факторы делают координацию крупного бизнеса и малых инновационных компаний взаимовыгодной в ресурсном и компетентностном измерении через призму ресурсной комплементарности – ситуации, когда сильные стороны одной стороны закрывают уязвимости другой, формируя координационную синергию. На основе обобщённой карты ресурсных профилей крупного бизнеса и малых инновационных компаний разрабатывается комплементарная матрица ресурсов, группирующая ресурсные связки по уровню взаимодополняемости и соотносящая их с набором координационных моделей. Методологическую основу исследования составляют ресурсно-ориентированный подход, теория динамических способностей, концепции открытых инноваций и трансакционных издержек, что позволяет обосновать типологию пяти координационных моделей (от транзакционной до консорциальной) и предложить концепцию жизненного цикла координации, описывающую переход от разовых сделок к стабильным партнёрствам.

Ключевые слова: ресурсная комплементарность, крупный бизнес, малые инновационные компании, координационные модели.

Введение

Комплексный процесс создания инновационной продукции редко укладывается в рамки одной организации [1, 2]. Крупные компании располагают существенными масштабными ресурсами, при этом сталкиваются с ограничениями скорости и гибкости. Малые инновационные компании (МИК), напротив, способны быстро экспериментировать и осваивать новые технологические ниши, при этом испытывают дефицит доступа к крупным рынкам, каналам сбыта и устойчивому долгосрочному финансированию [3, 4]. От того, удаётся ли выстроить устойчивое взаимодействие между этими двумя группами акторов, во многом зависит инновационная динамика экономики.

На практике значительная часть партнёрств между корпорациями и МИК не приводит к стабильным результатам: пилотные проекты не масштабируются, совместные разработки не доходят до стадии массового внедрения. В такой ситуации справедливо обратиться к вопросу, насколько ресурсы и компетенции крупного бизнеса и МИК действительно дополняют друг друга [5, 6].

Для России данная проблематика усиливается задачей достижения технологического суверенитета. Даже при росте совокупных затрат на НИОКР и инновации остаётся открытым вопрос: насколько существующая архитектура взаимодействия крупных корпораций и МИК позволяет превращать вложения в устойчивые инновационные результаты. Цель статьи – предложить теоретически обоснованную рамку ресурсной комплементарности и показать, как на её основе можно структурировать координационные модели.

Идея о том, что крупные и малые фирмы выполняют в инновационном процессе разные, но взаимодополняющие роли, широко освещена в экономической литературе. Работы Й. Шумпетера заложили основы понимания инновационного процесса как движущей силы экономического развития [7, 8]. Р. Ротвелл и М. Додгсон показали, что крупные компании превосходят малые по ресурсам масштаба и диверсификации, тогда как малые компании превосходят их по скорости реакции и готовности к радикальным экспериментам [3].

Ресурсно-ориентированный подход формализует концепцию комплементарности через категорию конкурентных преимуществ, основанных на уникальных комбинациях ресурсов [5]. Концепция динамических способностей дополняет картину, подчёркивая значимость способности компаний своевременно перестраивать партнёрские конфигурации [6]. Теория трансакционных издержек позволяет объяснить, почему для проектов с высокой неопределённостью стандартные рыночные механизмы оказываются недостаточными и возникает потребность в более сложных формах координации [9]. Концепция открытых инноваций вносит третий ключевой элемент: компании – узлы в сети обмена знаниями и технологиями [2]. Вопрос уже не в том, создавать инновации внутри или вне корпорации, а в том, как организовать потоки знаний таким образом, чтобы они превращались в коммерческие результаты – ресурсная комплементарность крупного бизнеса и МИК оказывается естественным «строительным материалом» для подобных потоков [10, 11].

Ключевые ресурсы и компетенции крупного бизнеса и МИК

В упрощённом виде ресурсы и компетенции крупных компаний и МИК можно сгруппировать по нескольким блокам, описав соответсвующие ресурсные профили сторон (таблица 1).

Таблица 1
Ключевые ресурсы и компетенции крупного бизнеса и МИК

Крупный бизнес		МИК	
Ресурс/ компетенция	**Описание преимущества**	**Ресурс/ компетенция**	**Описание преимущества**
Финансовые ресурсы	Доступ к большему объёму капитала (собственного и привлечённого). Возможности для масштабных проектов с долгой окупаемостью	Инновационная гибкость	Быстрая адаптация к изменениям, оперативное тестирование нововведений, переход от концепции к концепции
Организационные компетенции	Развитые системы управления, контроля качества, логистики и маркетинга. Отлаженные бизнес-процессы	Специализированные технологические компетенции	Глубокие знания в узких технологических областях, формируемые на основе передовых исследований
Рыночная база и сетевые эффекты	Установленные отношения и каналы с поставщиками, дистрибьюторами и потребителями. Быстрый вывод продуктов на рынок	Предпринимательская ориентация	Высокая личная мотивация руководства, склонность к инновационному риску, культура экспериментирования

Крупный бизнес		МИК	
Ресурс/ компетенция	**Описание преимущества**	**Ресурс/ компетенция**	**Описание преимущества**
Нормативно-правовая компетентность	Опыт работы с регуляторами, способность адаптироваться к требованиям	Сниженные бюрократические барьеры	Меньшее число уровней управления, быстрое принятие решений и реализация идей
Бренд и репутация	Узнаваемость, лояльность потребителей и партнёров, возможность быстрого масштабирования	Высокая мотивация команды, вовлечённость основателей	Опционная заинтересованность в успехе компании, сильная культура инноваций
Производственные мощности и оборудование	МТО, инфраструктура для серийного производства и масштабирования решений	Специализированная фокусировка на нише	Глубокое понимание нишевого рынка, концентрация ресурсов на конкретной проблеме или сегменте рынка

Источник: составлено автором

Ресурсная взаимодополняемость: ключевые измерения

Сопоставление ресурсных профилей позволяет выделить несколько измерений, в которых сильные стороны крупного бизнеса и МИК сходятся наиболее явно. Р. Ротвелл описал эту асимметрию как дихотомию материальных преимуществ крупного бизнеса и поведенческих преимуществ малых фирм [4]: именно в точках их пересечения вероятность синергетического эффекта от координации особенно высока (таблица 2).

Таблица 2

Ресурсная взаимодополняемость крупного бизнеса и МИК

Ресурсное измерение	Крупный бизнес (материальные преимущества)	МИК (поведенческие преимущества)
Финансовые ресурсы	Долгосрочное финансирование; кросс-субсидирование НИОКР; рейтинги для рынков капитала	Эффективное использование венчурных и грантовых инструментов
Организационные компетенции	Процессная зрелость; регуляторные компетенции; системы управления качеством и рисками	Плоская иерархия; быстрое принятие решений; культура экспериментирования и «пивотов»
Рыночная база и сетевые эффекты	Развитые каналы дистрибуции; устоявшиеся клиентские отношения; бренд; GR-ресурс	Близость к пользователям; быстрое тестирование; гибкость ценообразования
Горизонт планирования	Способность реализовывать многолетние проекты с высокими барьерами входа	Предпринимательский краткосрочный горизонт, снижающий opportunity cost
Информационные ресурсы	Корпоративная аналитика; мониторинг конкурентной среды; собственные базы данных	Близость к техфронтиру; участие в научных сетях; ранние сигналы о технологических сдвигах
Человеческий капитал	Широкие сети специалистов; корпоративные программы обучения; международные R&D-центры	Высокая мотивация основателей; концентрация ключевых компетенций; близость решений к исполнению
Технологическая база	Испытательные стенды, патентные портфели, производственные мощности для масштабирования	Нишевая экспертиза; скорость прототипирования; гибкость при смене технологической парадигмы

Источник: составлено автором

Ресурсная комплементарность в этих измерениях означает, что партнёрство позволяет использовать ресурсы каждого участника в таких конфигурациях, которые недоступны при автономной деятельности [5, 6].

Комплементарная матрица ресурсов

Для более наглядного представления взаимодействия ресурсных профилей предлагается комплементарная матрица ресурсов (рисунок 1). Логика построения матрицы опирается на концепцию «архитектуры ценности» Аднера [12] и идею стратегических позиций Пауэлла [13]: по одной оси откладывается относительный вклад крупного бизнеса в конкретное ресурсное измерение, по другой – МИК. В зависимости от сочетания этих вкладов формируются зоны низкой, средней и высокой комплементарности, с характерным набором инструментов.

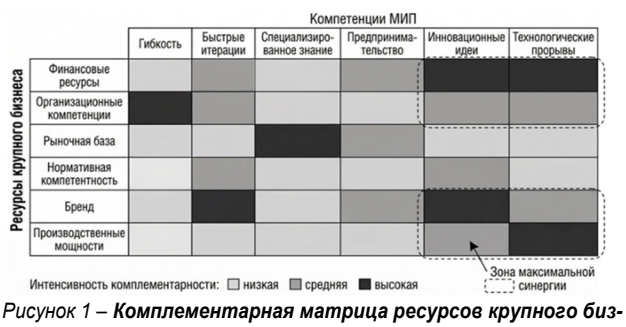


*Рисунок 1 – **Комплементарная матрица ресурсов крупного бизнеса и МИК***

Источник: составлено автором

В зоне высокой комплементарности обе стороны делают значимый вклад в создаваемую ценность. Здесь оправдано использование высокоинтегрированных форм координации – совместных предприятий, венчурного капитала, альянсов. В зонах средней комплементарности более уместны контрактные и платформенные решения, а при низком уровне взаимодополняемости взаимодействие сводится к разовым рыночным операциям.

Матрица ресурсной комплементарности операционализирует принцип дифференцированного применения инструментов координации. На рисунке 2 ресурсные измерения располагаются вдоль двух осей: уровень вклада крупного бизнеса (горизонтальная ось) и уровень вклада МИК (вертикальная ось).

	Вклад крупного бизнеса: НИЗКИЙ	**Вклад крупного бизнеса: СРЕДНИЙ**	**Вклад крупного бизнеса: ВЫСОКИЙ**
Вклад МИК: ВЫСОКИЙ	ЗОНА А (ассиметричная) Преобладает вклад МИК Инструменты: гранты, акселераторы Пример: Информационные ресурсы	ЗОНА В (средняя комплементарность) Гибридные инструменты Пример: Человеческий капитал, Организационная гибкость	ЗОНА С (максимальная синергия) Инструменты: CVC, совместные проекты, слияния и поглощения Пример: Технологическая база
Вклад МИК: СРЕДНИЙ	ЗОНА А (ограниченное взаимодействие) Рыночные инструменты	ЗОНА В (средняя комплементарность) Контрактные, платформенные модели Пример: Рыночные активы, Горизонт планирования	ЗОНА С (высокая комплементарность) Инвестиционная, консорциальная модели Пример: Финансовые ресурсы
Вклад МИК: НИЗКИЙ	Минимальная синергия Транзакционная модель	Умеренная синергия Контрактная модель	ЗОНА В (асимметричная) Преобладает вклад КБ Пример: Производственные мощности

*Рисунок 2 – **Комплементарная матрица ресурсов крупного бизнеса и МИК***

Источник: составлено автором

Ресурсные измерения распределяются по трём зонам комплементарности, каждая из которых соответствует определённым координационным инструментам. Для зон средней комплементарности (В) оптимальны гибридные инструменты – акселераторы, альянсы, технологические платформы. Зоны низкой комплементарности (А) обслуживаются рыночными инструментами – лицензированием и аутсорсингом. Практическое значение матрицы состоит в стратегической фокусировке: не все ресурсные измерения одинаково перспективны для инвестирования в глубокую координацию. Расходуя ограниченные организационные ресурсы на отношения в зоне С, компании максимизируют отдачу от координации. Попытки же выстроить высокоинтегрированную координацию в зонах А и В порождают избыточные трансакционные издержки без роста результативности.

Типология координационных моделей

На основе синтеза типологии структур управления Уильямсона [9], концепции сетевых форм Пауэлла [13] и экосистемной перспективы Аднера [12] автором предложена классификация пяти координационных моделей. Классификация строится на трёх критериях: доминирующий механизм координации; степень интеграции ресурсов и компетенций; роль оркестратора.

Транзакционная модель представляет собой наименее интегрированную форму: крупный бизнес и МИК взаимодействуют через разовые или краткосрочные рыночные операции (закупка технологий, лицензирование, конкурсные процедуры). Контрактная модель предполагает долгосрочные соглашения с элементами административного контроля (субконтрактинг, НИОКР-контракты). Инвестиционная модель основана на долевом участии крупной компании в капитале МИК посредством корпоративных венчурных инвестиций (CVC), приобретения блокирующего пакета или поглощения acqui-hire (с целью кадрового усиления). Платформенная (экосистемная) модель предусматривает создание корпоративной инфраструктурной платформы – оркестратора для множества МИК одновременно (акселераторы, инкубаторы, пилотные площадки). Консорциальная (сетевая) модель реализуется через горизонтальные партнёрства, где ни одна из сторон не занимает доминирующей позиции (стратегические альянсы, исследовательские консорциумы, кластеры). Важно подчеркнуть, что указанные модели представляют собой не взаимоисключающие категории, а точки на континууме от разовых сделок к глубокой интеграции партнёров (таблица 3).

Выбор модели зависит от того, в какой зоне комплементарной матрицы находится конкретная связка ресурсов. По мере роста взаимной зависимости возрастает и потребность в более сложных формах координации.

Таблица 3

Сравнительная характеристика координационных моделей

Параметр	Транзакционная	Контрактная	Инвести-ционная	Платфор-менная	Консорциальная
Доминирующий механизм	Рыночный	Гибридный	Иерархический (мягкий)	Комбинированный	Сетевой
Интеграция ресурсов	Низкая	Средняя	Высокая	Средняя – Высокая	Высокая
Роль оркестратора	Отсутствует	Крупная компания-заказчик	Крупная компания-инвестор	Крупная компания/оператор	Распределённая
Типичные инструменты	Закупки, лицензии, тендеры	Субконтрактинг, НИОКР-контракты	CVC, M&A, acqui-hire	Акселератор, пилоты, менторство	Альянсы, консорциумы, СП
Временной горизонт	Краткосрочный	Среднесрочный	Долгосрочный	Средне- и долгосрочный	Долгосрочный
Автономия МИК	Полная	Ограничена контрактом	Зависит от доли участия	Частичная (платформа)	Полная
Распределение рисков	Раздельное	По контракту	Пропорционально доле	Асимметричное (в пользу МИК)	Солидарное
Права на РИД	Полные у продавца	По контракту	Совместные/инвестор	Совместные (по соглашению)	Паритетные
Зона матрицы	A (низкая)	A-B	B-C	B-C	C (макс.)

Источник: составлено автором

Сравнительный анализ национальных инновационных систем позволил выделить три устойчивых координационных макромодели – государственно-централизованную (Китай), смешанную с преобладанием государственного участия (Япония, Республика Корея) и рыночную с господдержкой (США, страны ЕС) [14]. Каждая модель порождает специфическую «экологию» для описанных выше моделей: государственно-централизованная среда благоприятствует консорциальным и инвестиционным моделям, управляемым сверху, тогда как рыночная среда стимулирует транзакционные и контрактные формы.

Координационный провал и жизненный цикл координации

Анализ теоретических подходов показывает, что ни один из инструментов координации не является самодостаточным: каждый оптимален для преодоления конкретного координационного провала, однако порождает собственные ограничения. В экономической теории «координационный провал» описывает ситуацию, при которой группа агентов, способных достичь более эффективного равновесия, оказывается в субоптимальном состоянии вследствие отсутствия согласования действий [15]. Под координационным провалом в контексте координации крупного бизнеса и МИК предлагается понимать ситуацию, когда при наличии объективной ресурсной комплементарности устойчивые партнёрства не формируются. Причинами провала могут быть асимметричная информированность, культурные барьеры, неполнота контрактов или отсутствие доверия. В результате потенциал МИК остаётся невостребованным, а крупные компании продолжают воспроизводить привычные технологические решения.

Координация не является статичной – отношения партнёров могут эволюционировать от разовых сделок к более развитым формам. Для описания этой динамики вводится понятие жизненного цикла координации (таблица 4).

Таблица 4

Концепция жизненного цикла координации КБ и МИК

Стадия	Характеристика	Доминирующая модель	Ключевые риски
1. Поиск (0-6 мес.)	Скрининг рынка МИК, первичный контакт, оценка технологий	Транзакционная	Информационная асимметрия, высокие поисковые издержки
2. Апробация (6-18 мес.)	Пилотирование технологии, тестирование на мощностях КБ, формализация отношений	Контрактная / Платформенная	«Ловушки пилота»: разрыв между техническими и бизнес-метриками
3. Развитие (18-36 мес.)	Масштабирование успешных решений, углубление интеграции ресурсов	Инвестиционная / Платформенная	Риск культурных конфликтов, подавление предпринимательской культуры МИК
4. Зрелость (более 3 лет)	Устойчивое партнёрство, совместное создание новых активов и стандартов	Консорциальная	Риск «lock-in» (захвата), потеря гибкости, выход ключевого партнёра

Источник: составлено автором

Координационная модель не является жёстко фиксированной конструкцией. На практике компании нередко используют несколько моделей одновременно: транзакционные отношения с МИК – поставщиками стандартных компонентов, контрактные – с разработчиками специализированного оборудования, платформенную модель через собственный акселератор для поиска прорывных технологий и консорциальную – в рамках отраслевого альянса для совместных исследований. Более того, модель способна эволюционировать по мере развития партнёрства: начальная транзакционная координация трансформируется в контрактную, затем – в инвестиционную при подтверждении перспективности технологии. Данная динамика описывается концепцией жизненного цикла координации, которая опирается на логику динамических способностей Тиса [6]: способность фирмы реконфигурировать межфирменные отношения рассматривается как ключевой источник конкурентного преимущества.

Отдельно стоит отметить, что особая роль в преодолении координационных провалов принадлежит государству, которое в данном контексте выступает не столько финансирующей, сколько организующей силой. Государство формирует среду, в которой наука, бизнес и сама власть переходят от параллельного существования к синергетическому взаимодействию. Прикладным воплощением этой логики служат инструменты господдержки, которые, при грамотно выстроенном дизайне, не просто снижают финансовую нагрузку на участников, но и создают институциональные «точки сборки», принуждающие или мотивирующие стороны к взаимодействию [16]. Симбиоз государственного и частого финансирования способствует повышению экономической мотивации ключевых акторов, необходимой для масштабирования инноваций [14, 17].

Координационная природа парадокса инновационной продуктивности

Парадокс инновационной продуктивности описывает устойчивую ситуацию, при которой при наличии значительного человеческого капитала и научного потенциала страна демонстрирует низкую эффективность трансфера знаний в коммерчески успешные проекты. Позиции России в Глобальном инновационном индексе иллюстрируют эту проблему (таблица 5). Страна располагает значительным человеческим и научным потенциалом, однако по качеству институтов и инфраструктуры значительно отстаёт от технологических лидеров. В этой связи справедливо предположить, что ключевая проблема лежит не в объёме ресурсов, а в моделях их координации и трансляции в рыночные результаты.

Таблица 5

Позиции России в Глобальном инновационном индексе, 2024 г.

Субиндекс GII 2024	Место России	Интерпретация
Человеческий капитал и исследования	39	Высокий потенциал генерации знаний
Уровень развития бизнеса	53	Средний уровень корпоративных инноваций
Уровень развития рынка	57	Умеренная рыночная зрелость
Инфраструктура	76	Средний уровень технологической базы
Институты	126	Критический дефицит координационной инфраструктуры
ИТОГО GII 2024 из 133 стран	59 (47 в 2022 г.)	Нисходящая динамика несмотря на рост затрат и наличия точек роста

Источник: составлено автором на основании данных WIPO

Россия обладает потенциалом генерации знаний мирового уровня, однако испытывает трудности с системной конвертацией данного потенциала в рыночные результаты. Ресурсная комплементарность крупного бизнеса и МИК в такой ситуации может рассматриваться как один из ключевых внутренних резервов повышения инновационной продуктивности. Преодоление парадокса инновационной продуктивности требует перехода от логики «больше вложить» к логике «качественнее скоординировать». Именно такую перспективу открывает методология стратегирования: она предлагает не увеличение ресурсного потока, а реконфигурацию институциональной архитектуры – иными словами, переход от «стратегии силоса» к «стратегии интрапренёра», при которой подразделение или проект-команда крупной компании действует как внутренний предприниматель, максимизируя ценность внешних партнёрств с МИК [18].

Заключение

Проведённый анализ позволяет сформулировать три ключевых вывода. Во-первых, крупный бизнес и МИК обладают взаимодополняющими ресурсными профилями, делающими их естественными партнёрами в инновационном процессе: дихотомия материальных (крупный бизнес) и поведенческих преимуществ (МИК) создаёт принципиальную

асимметрию, которая может быть конвертирована в синергию при наличии эффективной координации. Во-вторых, ресурсная комплементарность сама по себе не является достаточным условием координации: она требует институционального механизма сопряжения, соответствующего зоне матрицы ресурсной комплементарности. Предложенная комплементарная матрица ресурсов операционализирует принцип дифференцированного применения инструментов – от рыночных механизмов в зонах низкой комплементарности до высокоинтегрированных инструментов (CVC, M&A, совместные предприятия) в зонах максимальной синергии. В-третьих, координационная модель не статична: она эволюционирует от транзакционной через контрактную и инвестиционную к консорциальной по мере накопления доверия и специфичности совместных активов.

Предложенные в статье авторский инструментарий и полученные результаты формируют основу для дальнейших эмпирических исследований и разработки расширенных практических рекомендаций.

Литература

1. Chesbrough H., Bogers M. Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation // New Frontiers in Open Innovation. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming. – 2014. – С. 3-28.
2. Chesbrough H. W. Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. – Harvard Business Press, 2003.
3. Rothwell R., Dodgson M. External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises // R&d Management. – 1991. – Т. 21. – №. 2. – С. 125-138.
4. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. – 1994. – Т. 11. – №. 1. – С. 7-31.
5. Barney J. Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of management. – 1991. – Т. 17. – №. 1. – С. 99-120.
6. Teece D. J. Dynamic capabilities and strategic management: Organizing for innovation and growth. – Oxford University Press, 2009.
7. Schumpeter J. A., Swedberg R. The theory of economic development. – Routledge, 2021.
8. Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers, 1942.
9. Williamson O. E. The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting // Das Summa Summarum des Management: Die 25 wichtigsten Werke für Strategie, Führung und Veränderung. – Wiesbaden : Gabler, 1985. – С.61-75.
10. Nambisan S., Zahra S. A. The role of demand-side narratives in opportunity formation and enactment//Journal of Business Venturing Insights.–2016.–Т. 5.–С.70-75.
11. Narula R. Globalization and technology: Interdependence, innovation systems and industrial policy. – John Wiley & Sons, 2014.
12. Adner R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy // Journal of management. – 2017. – Т. 43. – №. 1. – С. 39-58.
13. Powell W. et al. Neither market nor hierarchy // The sociology of organizations: classic, contemporary, and critical readings.– 2003.– Т. 315. – С.104-117.
14. Войтенко И.Р. Анализ актуального состояния моделей координации в сегменте коммерциализации инноваций на примере железнодорожной отрасли // Инновации и инвестиции. – 2026. – № 1. – С. 8-12.
15. Cooper R., John A. Coordinating coordination failures in Keynesian models // The Quarterly Journal of Economics. – 1988. – Т. 103. – №. 3. – С. 441-463.
16. Войтенко И.Р. Государственная поддержка как инструмент координации в рамках коммерциализации инноваций (на примере железнодорожной отрасли) // Инновации и инвестиции. – 2026. – № 2. – С. 13-17.
17. Тищенко Е. Б., Славянцев М. В., Войтенко И. Р. Стратегирование коммерциализации инноваций в условиях отечественной экономики данных // Стратегирование: теория и практика. – 2024. – Т. 4. – №. 2. – С. 210-230.
18. Войтенко И.Р. Потенциал повышения коммерциализации инноваций через усиление координации хозяйствующих субъектов (на примере железнодорожной отрасли) // Финансы и управление. – 2026. – № 1. – С. 1-18.
19. Инновации поневоле. Как российские компании адаптировались к санкциям // Коммерсант // URL: https://www.kommersant.ru/doc/6266593

Resource complementarity of large business and small innovative companies

Voytenko I.R.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article analyzes what factors make the coordination of large businesses and small innovative companies mutually beneficial in the resource and competence dimension through the prism of resource complementarity – a situation where the strengths of one side close the vulnerabilities of the other, forming coordination synergy. Based on a generalized map of resource profiles of large businesses and small innovative companies, a complementary resource matrix is being developed that groups resource bundles according to the level of complementarity and correlates them with a set of coordination models. The methodological basis of the research consists of a resource-based approach, the theory of dynamic abilities, concepts of open innovation and transaction costs, which allows us to substantiate the typology of five coordination models (from transactional to consortium) and propose a concept of the coordination lifecycle describing the transition from one-time transactions to stable partnerships.

Keywords: resource complementarity, large corporations, small innovative firms, coordination models.

References

1. Chesbrough H., Bogers M. Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation // New Frontiers in Open Innovation. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming. – 2014. – P. 3-28.
2. Chesbrough H. W. Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology. – Harvard Business Press, 2003.
3. Rothwell R., Dodgson M. External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises // R&d Management. – 1991. – T. 21. – No. 2. – P. 125-138.
4. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. – 1994. – T. 11. – No. 1. – P. 7-31.
5. Barney J. Firm resources and sustained competitive advantage // Journal of management. – 1991. – T. 17. – No. 1. – P. 99-120.
6. Teece D. J. Dynamic capabilities and strategic management: Organizing for innovation and growth. – Oxford University Press, 2009.
7. Schumpeter J. A., Swedberg R. The theory of economic development. – Routledge, 2021.
8. Schumpeter J.A. Capitalism, Socialism and Democracy. New York: Harper & Brothers, 1942.
9. Williamson O. E. The economic institutions of capitalism. Firms, markets, relational contracting // Das Summa Summarum des Management: Die 25 wichtigsten Werke für Strategie, Führung und Veränderung. – Wiesbaden: Gabler, 1985. – P.61-75.
10. Nambisan S., Zahra S. A. The role of demand-side narratives in opportunity formation and enactment//Journal of Business Venturing Insights.–2016.–T. 5.–P.70-75.
11. Narula R. Globalization and technology: Interdependence, innovation systems and industrial policy. – John Wiley & Sons, 2014.
12. Adner R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy // Journal of management. – 2017. – Vol. 43. – No. 1. – P. 39-58.
13. Powell W. et al. Neither market nor hierarchy // The sociology of organizations: classic, contemporary, and critical readings.–2003.–Vol.315.–P. 104-117.
14. Voitenko I.R. Analysis of the current state of coordination models in the innovation commercialization segment using the example of the railway industry // Innovations and Investments. – 2026. – No. 1. – P. 8-12.
15. Cooper R., John A. Coordinating coordination failures in Keynesian models // The Quarterly Journal of Economics. – 1988. – Vol. 103. – No. 3. – P. 441-463.
16. Voitenko I.R. State support as a coordination tool in the framework of innovation commercialization (using the railway industry as an example) // Innovations and Investments. - 2026. - No. 2. - P. 13-17.
17. Tishchenko E. B., Slavyantsev M. V., Voitenko I. R. Strategizing the commercialization of innovations in the context of the domestic data economy // Strategizing: Theory and Practice. - 2024. - Vol. 4. - No. 2. - P. 210-230.
18. Voitenko I. R. Potential for increasing the commercialization of innovations through strengthening the coordination of economic entities (using the railway industry as an example) // Finance and Management. - 2026. - No. 1. - P. 1-18.
19. Innovations Against Their Will. How Russian Companies Adapted to Sanctions // Kommersant // URL: https://www.kommersant.ru/doc/6266593

Стратегическое управление инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов

Ковалев Никита Андреевич
аспирант, направление подготовки «Региональная и отраслевая экономика», кафедра государственного и муниципального управления и экономики инноваций, Волгоградский государственный университет, ni.ta1438@gmail.com,

Коробова Светлана Ивановна
кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления и экономики инноваций, Волгоградский государственный университет, korobova_svetlana@volsu.ru

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации в условиях санкционного давления, когда промышленный комплекс требует кардинального повышения инновационной активности. В статье обосновывается, что традиционные подходы к стратегическому управлению промышленностью недостаточно учитывают возможности цифровой трансформации. Авторами предлагается авторская трактовка ресурсно-ориентированного подхода применительно к цифровому управлению инновационной активностью промышленного комплекса. Конкретизирован перечень ресурсов: человеческие (цифровые компетенции), технические (цифровые платформы, IoT), материальные, финансовые, организационные, информационные (большие данные, цифровые двойники), институциональные и репутационные. На основе адаптации концепций И. Адизеса — теории жизненных циклов организации, модели управленческих ролей PAEI и принципа взаимного доверия и уважения (MT&R) — представлена методика расчета показателей конкурентоспособного механизма стратегического управления: функциональности, системности, проактивности и органичности. Приведены примеры апробации методики для оценки эффективности цифровой трансформации промышленности на региональном уровне.

Ключевые слова: стратегическое управление, инновационная активность, промышленный комплекс, цифровые методы, Ицхак Адизес, жизненный цикл организации.

В настоящее время промышленный комплекс России переживает сложный период структурной перестройки. Идеологическое и политическое противостояние переросло в военное противоборство, что требует переустройства всей системы хозяйствования. Ключевым вызовом становится необходимость достижения технологического суверенитета и импортозамещения в высокотехнологичных отраслях промышленности [3].

Рациональным решением в данной ситуации является цифровая трансформация стратегического управления инновационной активностью промышленного комплекса, которая способна выступать генератором новых технологических решений и гибко реагировать на изменения рыночной конъюнктуры. В этой связи актуальным является совершенствование специализированных механизмов и инструментов стратегического управления, обеспечивающих конкурентоспособное функционирование именно инновационно-активных промышленных предприятий [5].

Введенные западными странами санкции стали инструментом для устранения конкуренции, что предъявляет новые требования к повышению инновационной активности промышленности, в первую очередь, в сфере цифровизации. Российский промышленный комплекс доказал свою способность быть драйвером экономики, однако для выполнения функции технологического лидера необходима особая, адаптивная система стратегического управления с использованием цифровых методов [11].

Следует заметить, что успешное стратегическое управление в условиях цифровой трансформации требует понимания закономерностей развития организации. Согласно теории жизненных циклов И. Адизеса, любая организация, подобно живому организму, проходит последовательные стадии развития — от «Ухаживания» до «Расцвета» и далее к «Аристократизму» и «Бюрократизации» [1; 2; 7]. Ключевая идея заключается в том, что на каждом этапе жизненного цикла доминируют различные управленческие роли, а стратегия управления должна адаптироваться к текущей стадии развития. Применительно к промышленному комплексу, находящемуся в условиях форсированной цифровой трансформации, важно диагностировать актуальную стадию жизненного цикла как отдельных предприятий, так и отраслевых систем, чтобы своевременно применять адекватные меры государственной поддержки [9].

Важным компонентом процесса управления являются ресурсы. Авторами предлагается содержательная интерпретация ресурсов управления применительно к задачам стимулирования инновационной активности промышленного комплекса с помощью цифровых методов (табл. 1).

В таблице 1 представлен перечень ресурсов, которые рекомендуется рассматривать в качестве ресурсного обеспечения стратегического управления инновационной активностью промышленности. Экспертное сравнение величин позволило определить наиболее аутентичные для цифровой трансформации ресурсы.

Таблица 1.
Содержательная интерпретация ресурсов стратегического управления инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов

№ п/п	Наименование ресурса	Содержание ресурса	Обозначение ресурса
1	Человеческие ресурсы	Численность ИТ-персонала на промпредприятиях. Доля сотрудников с цифровыми компетенциями	A
2	Технические ресурсы	Объём основных средств (стоимость цифровых платформ, промышленный интернет вещей). Обеспеченность датчиками и системами сбора данных	T
3	Материальные ресурсы	Объём используемых сырья, материалов для цифровых прототипов. Затраты на энергоносители в цифровых производствах	M
4	Финансовые ресурсы	Объем привлеченных инвестиций в цифровую трансформацию (бюджетные, венчурные). Оборотные средства цифровых промышленных предприятий	F
5	Организационные ресурсы	Средняя численность занятых на одном цифровом промышленном предприятии. Удельный вес ИТ-персонала	O
6	Информационные ресурсы	Объем промышленных данных (Big Data). Число цифровых двойников. Затраты на кибербезопасность	Inf
7	Институциональные ресурсы	Темп образования новых цифровых промышленных стартапов. Количество выданных патентов на цифровые технологии. Объем административных барьеров	Ins
8	Репутационные ресурсы	Число упоминаний в цифровых рейтингах Industry 4.0. Объем рыночной реализации цифровой продукции. Инвестиционный портфель цифровых проектов	Rep

Источник: составлено авторами по [4, 9].

Методологическую основу предлагаемого подхода составляет адаптация модели управленческих ролей PAEI, разработанной И. Адизесом. Данная модель выделяет четыре необходимые управленческие роли, которые в совокупности обеспечивают результативность и эффективность организации как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе [3; 5; 8; 10]:

- Роль P (Производитель результатов) — ориентация на удовлетворение текущих потребностей клиентов, производство продукции и достижение операционных результатов. В контексте промышленной цифровизации — это выпуск цифровой инновационной продукции, пользующейся спросом на рынке [10].

- Роль A (Администратор) — создание систем, регламентов, стандартов и контроль их соблюдения. Для цифровой промышленности — внедрение стандартов менеджмента качества, цифровых регламентов, обеспечение эффективного расходования бюджета на цифровые НИОКР [10].

- Роль E (Предприниматель) — генерация новых идей, управление изменениями, адаптация к меняющимся условиям внешней среды. Ключевая роль для инновационной активности — постоянное создание задела для будущих технологий, проведение цифровых НИОКР [10].

- Роль I (Интегратор) — объединение людей, создание атмосферы взаимного доверия и уважения (англ. Mutual Trust and Respect — MT&R), обеспечение конструктивного разрешения конфликтов. Для промышленного комплекса — способность выстраивать интеграционные цифровые связи с ИТ-компаниями, научными организациями, предприятиями в цифровых кластерах [9; 10].

Эффективное стратегическое управление инновационной активностью промышленного комплекса требует сбалансированной реализации всех четырех ролей. Как подчеркивает сам И. Адизес, ни один руководитель не может в равной степени обладать всеми четырьмя ролями, поэтому необходимо формирование взаимодополняющих управленческих команд [3; 8]. Применительно к государственному управлению промышленностью это означает необходимость координации усилий различных ведомств и организаций, каждая из которых вносит вклад в реализацию PAEI-функций.

Социально-экономическую систему промышленного комплекса можно считать результативной, если производимые ею цифровые инновационные продукты удовлетворяют потребности рынка (высокий спрос на цифровые решения). Эффективной — если цифровой инновационный продукт создается с минимальными затратами ресурсов, что часто достигается за счет цифровой кооперации.

Для достижения этих целей стратегическое управление инновационной активностью промышленности должно обеспечивать реализацию четырех качеств, производных от модели PAEI: функциональность (аналог роли P), системность (аналог роли A), проактивность (аналог роли E) и органичность (аналог роли I). Конкретизируем их для цифровой промышленной инноватики (см. табл. 2).

Важнейшим условием успешной реализации всех четырех качеств выступает наличие в системе взаимного доверия и уважения (MT&R) между всеми участниками инновационного процесса — государственными органами, промышленными предприятиями, научными и образовательными организациями. Как отмечает И. Адизес, именно культура взаимного доверия является наиболее важным потенциалом любой организации, поскольку в отсутствие доверия значительная часть энергии тратится на внутренние конфликты и контроль, а не на достижение целей [9; 10].

Результативность в краткосрочном периоде достигается через функциональность (роль P), то есть способность промышленной инновационной системы удовлетворять текущий спрос на цифровую продукцию.

Эффективность в краткосрочном периоде достигается через системность (роль A), то есть внедрение на промышленных предприятиях стандартов цифрового менеджмента качества, бережливого производства, эффективного расходования бюджета на цифровые НИОКР [7].

Результативность в долгосрочном периоде обеспечивается проактивностью (роль E). Для промышленного комплекса это ключевое качество, означающее постоянную генерацию новшеств, проведение цифровых НИОКР, создание задела для будущих технологий (цифровые двойники, искусственный интеллект).

Эффективность в долгосрочном периоде достигается через органичность (роль I). Для промышленности это способность выстраивать интеграционные цифровые связи, что становится возможным только в условиях взаимного доверия и уважения между участниками кооперации [8; 12].

Согласно теории жизненных циклов И. Адизеса, для каждой стадии развития организации характерен специфический набор проблем — как нормальных (естественных для данной стадии), так и аномальных (требующих вмешательства) [2; 7]. Применительно к промышленному комплексу, находящемуся на этапе цифровой трансформации, важно диагностировать: какие проблемы («болезни роста») являются нормальными и не требуют радикального вмешательства, а какие — аномальными, свидетельствующими о патологиях управления. Например, характерная для этапа «Предпринимательства» (E-ориентация) нехватка административных процедур (роль A) является нормальной проблемой, тогда как полное отсутствие интеграции (роль I) при масштабировании цифровых платформ — уже аномалия.

Таблица 2.
Функциональные качества инновационной системы промышленного комплекса, обеспечивающие её успешное стратегическое управление с помощью цифровых методов (адаптация модели PAEI)

Временной аспект	Успешное управление системой промышленной инновационной активности направлено на обеспечение её:	
	результативности	эффективности
В краткосрочном временном периоде	Функциональность (роль P) — оперативный вывод цифровых инноваций на рынок, удовлетворение текущего спроса	Системность (роль A) — эффективность затрат на цифровые НИОКР, стандартизация и регламентация
В долгосрочном временном периоде	Проактивность (роль E) — генерация новых цифровых знаний и технологий, адаптация к изменениям	Органичность (роль I) — цифровая кооперация и кластеризация на основе взаимного доверия и уважения (MT&R)

Источник: составлено авторами по [9, 10].

Стратегическое управление системой инновационной активности промышленного комплекса направлено на обеспечение её конкурентоспособности, если в процессе управления обеспечиваются данные четыре качества (см. табл. 3) [10].

Таблица 3.
Содержательная интерпретация показателей функциональных качеств систем управления инновационной активностью промышленности с помощью цифровых методов

№ п/п	Наименование показателей функциональных качеств	Содержательная интерпретация показателей функциональных качеств управления	Обозначение показателей
1	Показатель функциональности (P)	Объем реализованной цифровой инновационной продукции (товаров, услуг). Доля цифровой продукции в общем обороте промышленных предприятий	ПФ
2	Показатель системности (A)	Объем цифровой инновационной продукции, отнесенный к среднегодовой численности занятых в цифровом секторе промышленности. Затраты на цифровые инновации на одно предприятие. Доля регламентированных цифровых процессов	ПС
3	Показатель проактивности (E)	Объем финансирования цифровых НИОКР за счет собственных и привлеченных средств. Количество патентных заявок на цифровые технологии. Число реализованных цифровых инновационных проектов	ПП
4	Показатель органичности (I)	Число промышленных предприятий, осуществляющих цифровые технологические инновации. Количество МСП, участвующих в совместных цифровых проектах и кластерах. Уровень взаимного доверия по данным опросов	ПО

Источник: составлено авторами по [10, 11].

Предложенные показатели позволяют перейти к количественной оценке конкурентоспособности стратегического управления инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов.

Рассмотрим практическую оценку эффективности создания цифрового промышленного кластера. В регионе по инициативе правительства был создан цифровой промышленный кластер, объединяющий малые технологические компании, университет и технопарк. Целью являлось усиление проактивности (роль E) и органичности (роль I) промышленных предприятий. Через определенный период после создания кластера были проанализированы два ключевых показателя: объем финансирования цифровых НИОКР в расчете на одно промышленное предприятие (ПП) и количество предприятий, участвующих в совместных цифровых проектах (ПО).

Сравнение значений показателя «до» и «после» создания кластера демонстрирует динамику долгосрочной конкурентоспособности. Рост показателя свидетельствует о том, что стратегическое решение по созданию кластера оказалось эффективным: промышленная система региона

стала более проактивной (усиление роли E) и более органичной (усиление роли I за счет развития доверия между участниками).

Таким образом, чем выше инновационная активность и уровень цифровой кооперации промышленных предприятий, основанный на взаимном доверии и уважении, тем выше их долгосрочная конкурентоспособность.

Согласно теории жизненных циклов И. Адизеса, по мере взросления организации баланс между четырьмя ролями PAEI должен меняться [2; 9]. Для промышленного комплекса, находящегося на этапе форсированной цифровой трансформации, характерно доминирование предпринимательской роли E и недостаточное развитие ролей A и I. Предлагаемая система показателей позволяет не только оценить текущее состояние, но и выявить дисбаланс в реализации PAEI-функций, что дает основу для корректировки управленческих воздействий.

В качестве практического примера комплексной оценки региона (итоговый показатель) объединим данные из двух предыдущих примеров. Рассчитанное значение итогового показателя служит интегральным индикатором эффективности региональной промышленной политики в сфере цифровизации, отражающим степень сбалансированности всех четырех управленческих ролей: P (функциональность), A (системность), E (проактивность), I (органичность).

Орган государственной власти может использовать его для мониторинга в динамике (например, ежегодно). Если зафиксировано снижение показателей по сравнению с предыдущим периодом, это является сигналом для проведения анализа и корректировки мер поддержки цифровой трансформации. Например, снижение может быть вызвано падением инновационной активности (недостаток роли E) или уменьшением выработки на одного работника (недостаток роли A), что требует адресных управленческих решений. Возможно также, что проблема кроется в низком уровне взаимного доверия (роль I), что препятствует эффективной кооперации и интеграции.

Предложенный подход, основанный на адаптации фундаментальных концепций И. Адизеса — теории жизненных циклов, модели PAEI и принципа взаимного доверия и уважения, — позволяет органам власти перейти от общей поддержки промышленности к адресному стимулированию цифровой инновационной активности, формируя механизм стратегического управления, нацеленный на долгосрочный технологический рост. Приведенные практические примеры демонстрируют не только теоретическую обоснованность, но и прикладную применимость авторской методики для оценки и повышения эффективности стратегического управления инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов на региональном уровне.

Таким образом, по итогам нашего исследования предложено методологическое обоснование условий и проведено моделирование процесса конкурентоспособного функционирования механизма стратегического управления инновационной активностью промышленного комплекса с помощью цифровых методов, основанное на адаптации ресурсного подхода и ключевых научных достижений И. Адизеса (теория жизненных циклов, модель PAEI, концепция взаимного доверия и уважения), а также приведены практические примеры, подтверждающие работоспособность предложенного инструментария.

Литература

1. Adizes, I. (1979), «Organizational passages-Diagnosing and treating lifecycle problems of organizations», Organizational Dynamics, No. 8, pp. 3-25. https://doi.org/10.1016/0090-2616(79)90001-9.
2. Adizes, I., Cudanov, M., Rodic, D. (2017), «Timing of proactive organizational consulting: Difference between organizational perception and behavior», Amfiteatru Economic, No. 19, pp. 232-248.
3. Drucker, P.F., Noel, J.L. (1986), «Innovation and entrepreneurship: Practices and principles», Journal of Continuing Higher Education, No. 34, pp. 22-23. https://doi.org/10.1080/07377366.1986.10401060.
4. Korobov, S.A., Moseiko, V.O., Marusinina, E.Y., Novoseltseva, E.G., Epinina, V.S. (2017), «The substance of a rational approach to entrepreneurship socio-economic development», Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Contributions to Economics, pp. 207-223. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45462-7_24.
5. Porter, M.E. (1990), «The Competitive Advantage of Nations», London, Macmillan, 896 p.
6. Potter, J., & Miranda, G. (2009). Clusters, Innovation and Entrepreneurship (p. 233). OECD.
7. Schumpeter, J.A. (2010), «Capitalism, socialism and democracy», pp. 1-442. https://doi.org Porter/10.4324/9780203857090.
8. Visser, E.-J., & Boschma, R. (2002). Clusters and networks as learning devices for individual firms. Retrieved February 15, 2015, from http://ecsocman.hse.ru/data/463/656/1219/clust.pdf
9. Коробов, С.А., Пшеничников, И.В., Епинина, В.С. Особенности цифровой трансформации системы управления промышленным предприятием в современных условиях развития экономики [Текст] / С.А. Коробов, И.В. Пшеничников, В.С. Епинина // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2021. Т. 23. [№ 1](https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=45598345&selid=45598360). С. 131-140.
10. Коробов С.А., Трилицкая О.Ю., Кулаченко Е.В. Проблемы разработки стратегии развития организационной структуры управления предпринимательских систем [Текс\] / С.А. Коробов, О.Ю. Трилицкая, Е.В. Кулаченко // Экономика и предпринимательство.- 2015. - № 6-3 (59). - С. 1057-1062.
11. Лидинфа, Е.П. Инновационное предпринимательство в современных тенденциях развития экономики [Текст] / Е.П. Лидинфа // Вестник Национального института бизнеса.-- 2022. - №2. - С. 9 - 31.
12. Мосейко, В.О., Коробов, С.А., Фомина С.И. Применение кластерной концепции в развитии регионального предпринимательства [Текст] / В.О. Мосейко, С.А. Коробов, С.И. Фомина // Бизнес. Образование. Право. - 2014.-- №2. - С. 108-114.

Strategic management of innovation activity of the industrial complex using digital methods

Kovalev N.A., Korobova S.I.

Volgograd State University

The relevance of this study is due to the need to ensure technological sovereignty of the Russian Federation under sanctions pressure, when the industrial complex requires a dramatic increase in innovation activity. The article argues that traditional approaches to strategic management of industry do not sufficiently consider the potential of digital transformation. The authors propose their own interpretation of the resource-based approach applied to digital management of industrial innovation activity. The list of resources is specified: human (digital competencies), technical (digital platforms, IoT), material, financial, organizational, informational (big data, digital twins), institutional and reputational. Based on the adaptation of key concepts of I. Adizes — the theory of organizational life cycles, the PAEI management role model, and the principle of mutual trust and respect (MT&R) — the authors present a method for calculating the indicators of the competitiveness of the strategic management mechanism: functionality, systemicity, proactivity, and organicity. Examples of testing the methodology for assessing the effectiveness of digital transformation of industry at the regional level are provided.

Keywords: strategic management, innovation activity, industrial complex, digital methods, Ichak Adizes, organizational life cycle.

References

1. Adizes, I. (1979), “Organizational passages—Diagnosing and treating lifecycle problems of organizations,” Organizational Dynamics, No. 8, pp. 3-25. https://doi.org/10.1016/0090-2616(79)90001-9.
2. Adizes, I., Cudanov, M., Rodic, D. (2017), “Timing of proactive organizational-izational consulting: Difference between organizational perception and behavior”, Amfiteatru Economic, No. 19, pp. 232-248.
3. Drucker, P.F., Noel, J.L. (1986), “Innovation and entrepreneurship: Practices and principles”, Journal of Continuing Higher Education, No. 34, pp. 22-23. https://doi.org/10.1080/07377366.1986.10401060.
4. Korobov, S.A., Moseiko, V.O., Marusinina, E.Y., Novoseltseva, E.G., Epinina, V.S. (2017), “The substance of a rational approach to entrepreneurial-ship socio-economic development”, Integration and Clustering for Sustainable Economic Growth. Contributions to Economics, pp. 207-223. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45462-7_24.
5. Porter, M.E. (1990), "The Competitive Advantage of Nations", London, Macmillan, 896 p.
6. Potter, J., & Miranda, G. (2009). Clusters, Innovation and Entrepreneurship (p. 233). OECD.
7. Schumpeter, J.A. (2010), "Capitalism, socialism and democracy", pp. 1-442. https://doi.org Porter/10.4324/9780203857090.
8. Visser, E.-J., & Boschma, R. (2002). Clusters and networks as learning devices for individual firms. Retrieved February 15, 2015, from http://ecsocman.hse.ru/data/463/656/1219/clust.pdf
9. Korobov, S.A., Pshenichnikov, I.V., Epinina, V.S. Features of the digital transformation of the industrial enterprise management system in modern conditions of economic development [Text] / S.A. Korobov, I.V. Pshenichnikov, V.S. Epinina // Bulletin of Volgograd State University. Economics. 2021. Vol. 23. [No. 1](https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=45598345&selid=45598360). P. 131-140.
10. Korobov S.A., Trilitskaya O.Yu., Kulachenko E.V. Problems of Developing a Strategy for the Development of the Organizational Structure of Entrepreneurial Systems Management [Text\] / S.A. Korobov, O.Yu. Trilitskaya, E.V. Kulachenko // Economy and Entrepreneurship.- 2015. - No. 6-3 (59). - P. 1057-1062.
11. Lidinfa, E.P. Innovative entrepreneurship in modern trends of economic development [Text] / E.P. Lidinfa // Bulletin of the National Institute of Business. - 2022. - No. 2. - P. 9 - 31.
12. Moseyko, V.O., Korobov, S.A., Fomina S.I. Application of the cluster concept in the development of regional entrepreneurship [Text] / V.O. Moseyko, S.A. Korobov, S.I. Fomina // Business. Education. Law. - 2014. - No. 2. - P. 108-114.

Концептуализация остаточной ценности в управлении инновациями: устранение теоретического разрыва в исследованиях коммерциализации

Коростелева Ольга Александровна
Аналитик по управлению инновационными проектами, Независимый исследователь, koa.rusa@gmail.com

В работе изучается понятие «остаточной ценности» в контексте управления инновациями. Внедрение и применение инноваций на сегодняшний день – это важнейшее направление развития, коммерциализации и повышения конкурентоспособности продукции, а также деятельности любого предприятия. Цель статьи состоит в том, чтобы устранить теоретический разрыв в исследованиях коммерциализации. Научная новизна состоит в том, чтобы предложить новый подход, учитывающий тот факт, что остаточная ценность в применении инноваций поможет в дальнейшем устранить несоответствие теории и практики в коммерциализации и управлении жизненным циклом продукции. Результаты работы подчёркивают необходимость обновления, уточнения знаний в изучаемой области исследований как в теории, так и на практике.

Ключевые слова: коммерциализация, остаточная ценность, инновации, управление, эффективность.

Введение

Актуальность темы состоит в том, что на этапе происходящей стремительной цифровизации деятельности важным направлением является коммерциализация инноваций, которую принято связывать с крупными капиталовложениями в ту или иную разработку. С этой точки зрения важно четко понимать стратегию управления, которая приобретает в этой связи решающее значение для сохранения остаточной стоимости проектов и минимизации рисков и потерь после неудач в работе. На данный момент системный подход к управлению сбоями, их переоценке и путям восстановления проектов остается все еще не до конца изученным, не имеющим четко унифицированных инструментов для их практического применения. Такое положение дел приводит к потере времени, ресурсов и снижению эффективности инновационного процесса.

С точки зрения теоретического аспекта стоит сказать, что в трудах О.Г. Тихомировой отмечается необходимость акцента на устранение разрывов между отдельными элементами инновационной системы и практическим применением технологий, так как это не позволяет стране вывести инновационный процессы на мировой уровень [9, с. 130].

Исследователи В.И. Кудашов, Ю.В. Нечепуренко, Л.Н. Нехорошева и Е.Г. Милоста приводят примеры эффективных инструментов правильной коммерциализации инноваций [7, с. 59]. Они утверждают, что более высокий результат показывает модель притяжения спроса или оценки потенциала инновации, которая изначально ориентирована на целевой рынок [8, с. 53].

Коростелева О.А. предлагает формулу по количественной оценки остаточной ценности проекта, которая позволяет оценить целесообразность дальнейших инвестиций в проект и дополняет существующие подходы к управлению инновационными рисками [6, с. 5010].

Также исследователи О.М. Фокина и А.В. Красникова предложили изменить систему оценки перспектив инновации, сделав упор не только на экономический, но и на бюджетный и социальный аспекты [10, с. 70].

Что касается самого термина «остаточная ценность», то стоит понимать текущую на данный момент ценность активов предприятия после того, как был учтен ее износ и амортизация. То есть в контексте экономической науки данное понятие применимо в большей степени после того, как актив был полезно использован в деятельности. Эту ценность важно учитывать при принятии решений о том, как управлять активом, так как именно она может оказать существенное влияние на общую стоимость владения.

Ученые Ю.А. Антохина, А.Г. Варжапетян и Е.Г. Семенова ввели понятие ценностно-ориентированного управления. Они предложили этот термин рассматривать как «быстро развивающееся направление менеджмента организации», а ценность, по их мнению, - это полезность, присущая продукции с точки зрения потребителя, и находящая отражение в цене продаж и рыночном спросе [1, с. 40].

Материал и методы исследования

В качестве материалов изучены статьи и научные труды авторов по теме коммерциализации проектов и методологии оценки их эффективности. Основные методы исследования, которые были применены, включают теоретический обзор источников, метод системно-структурного анализа, синтез, дедукции, а также эмпирический метод, сравнительный метод и обобщение полученных результатов работы.

Результаты

Остаточная ценность инноваций предполагает, что это определенная совокупность нереализованных экономических, технологических и социально-институциональных эффектов, которые сохраняются в инновационном решении после завершения активной фазы его коммерциализации и которые могут быть получены с помощью внедрения в новые направления деятельности предприятий [3, с. 25].

Что касается структуры остаточной ценности инноваций, то в нее входят такие виды и компоненты, как технологическая остаточная ценность, которая отражает возможность использования разработанной технологии, ее отдельных элементов или сопутствующего знания в иных прикладных областях, отличных от первоначально обозначенных; рыночная остаточная ценность — это неосвоенные сегменты, ниши и каналы монетизации, сохраняющиеся после достижения первоначальных

целевых показателей коммерциализации. Этот вид в большей степени связан с возможностью расширения рынка инновационного продукта за счет новых географических регионов, клиентских сегментов или сценариев использования [4, с. 1385]. Третий вид называется социально-институциональная остаточная ценность. Она включает в себя накопленный институциональный капитал, который создает прочную основу для последующих инноваций. Речь идет о доверии заинтересованных сторон, о стандартах и протоколах. Далее в таблице 1 описана структура остаточной ценности с точки зрения инноваций.

Таблица 1
Структура остаточной ценности

Вид компонента	Краткое описание сути	Формы проявления
Технологический	Потенциал рекомбинации технологического решения	Патенты, ноу-хау, платформенные технологии, модульные архитектуры
Рыночный	Неосвоенные сегменты и каналы монетизации	Новые географические рынки, смежные отрасли, альтернативные бизнес-модели
Социально-институциональный	Накопленный институциональный капитал	Репутация, стандарты, сети, сертификаты, лояльность стейкхолдеров

Источник: составлено автором

Обращаясь к традиционным моделям коммерциализации, чаще всего принято изучать процесс вывода инновации на рынок как линейную последовательность этапов, завершающуюся достижением целевых показателей продаж или доли рынка [2, с. 33]. При этом жизненный цикл инновации – это период существования продукта на рынке до его замены более совершенными аналогами.

Далее целесообразно предложить такой подход, который поможет управлять инновациями, основываясь на принципе последовательного извлечения остаточной ценности. Этот подход дополняет классические принципы эффективности, а именно достижение целевых показателей в заданные сроки, и результативности (соотношение затрат и результатов), вводя еще один важный критерий, который называется полнота извлечения потенциальной ценности на всех этапах жизненного цикла инновации.

Данный принцип будет основан на том, что процесс коммерциализации инновации не завершится после достижения первоначальных рыночных показателей. Наоборот, каждая последующая стадия жизненного цикла будет формировать новые возможности для извлечения ценности, которые должны быть идентифицированы и реализованы. Также подход предполагает, что потенциал остаточной ценности может быть актуализирован лишь в определенных контекстах применения, отличающихся от исходного варианта.

При этом, стоит обозначить, что главный способ извлечения остаточной ценности состоит в объединении существующего технологического решения и новых знаний, технологий и бизнес-моделей, которые помогут создать новую ценность.

Что касается методологического инструментария реализации такого подхода, то он должен быть основан на уже разработанных и общепринятых методах. Так, в первую очередь, используется метод реальных опционов, позволяющий проводить оценку гибкости управленческих решений, связанных с отсрочкой, расширением, перепрофилированием или прекращением инновационных проектов. То есть, реальные опционы применяются для оценки целесообразности сохранения инновационного потенциала для последующего извлечения.

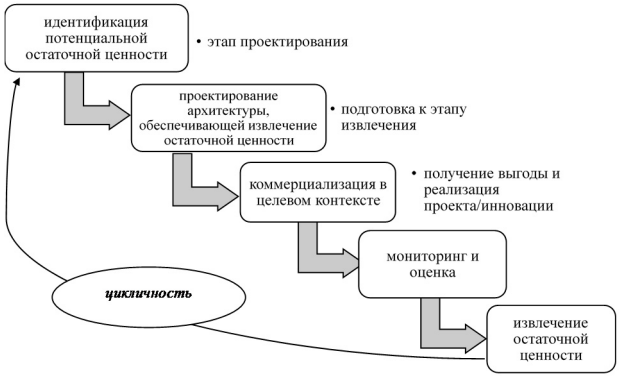


Рис. 1. Модель последовательного извлечения остаточной ценности инновации
Источник: составлено автором

Следующий метод позволяет структурировать совокупность инновационных проектов и технологических активов по критериям потенциальной остаточной ценности. Он может включать расчет интегрального показателя создания стоимости инновационной компании на основе совокупности основных показателей, формирующих экономическую добавленную стоимость бизнеса. Кроме этого, подразумевается включение дополнительных параметров, характеризующих потенциал новой комбинации и институциональные эффекты. Далее на рисунке 1 схематически описана модель такого подхода.

Итак, предлагаемый подход основан на циклической модели, которая предполагает последовательное извлечение остаточной ценности в управлении инновациями. Первый этап подразумевает определение альтернативных вариантов использования новаторского решения на этапе проектирования. В рамках этой стадии анализируются возможные варианты комбинации разрабатываемой технологии с существующими рыночными и технологическими аспектами на данный период времени. Этап проектирования архитектуры предполагает, что будет изучаться возможность извлечения остаточной ценности и каков будет результат. Следующая стадия – это уже непосредственно коммерциализация, то есть реализуется сам проект или инновация, в результате чего компания получает выгоду, прибыль.

Этап мониторинга и оценки предполагает, что специалисты проводят контроль, анализ полученной выгоды. Также выявляются проблемные моменты, касающиеся вопросов о том, использован ли потенциал в полной мере. В рамках этого этапа возможна корректировка решений.

В конечном итоге происходит непосредственное извлечение остаточной ценности. Формы извлечения могут быть различными и отличаться от ее характера, а также от стратегических целей предприятия. Далее цикл возобновляется.

Итак, можно сказать, что предлагаемый подход носит циклический характер, где каждый последующий цикл основывается на результатах предыдущего, тем самым обеспечивая последовательное и полное извлечение ценности из инновационного решения на всем протяжении его существования.

Обсуждения

Для оценки результатов инновационного проекта с точки зрения коммерциализации целесообразно использовать показатели, которые помогут показать эффективность принимаемых решений. С этой целью можно использовать коэффициент Kstem, который приводит к общему знаменателю. Формула расчета указанного коэффициента выглядит следующим образом:

$C = \sum_{i=1}^{n}(Wi * Fi) * Kstem$ (1), [5, с. 34]

Где: C – это итоговый показатель коммерциализации.

n – это общее количество критериев.

Wi - весовой коэффициент i-го фактора, который отражает его значимость для коммерциализации инновации.

Fi - это значение i-го коэффициента, полученного в результате анализа проекта.

KSTEM - коэффициент, который корректирует оценку коммерциализации с учетом специфики той или иной отрасли. Он помогает определить условия для сравнения проектов из разных секторов с учетом отраслевой специфики.

Заключение

Таким образом, можно утверждать, что с точки зрения устранения теоретического разрыва важен комплексный подход к коммерциализации инноваций, учитывающий экономические, технологические и социально-институциональные эффекты, сохраняющиеся даже после завершения активной фазы его коммерциализации. Предложенная модель содержит три взаимосвязанных компонента, включая технологический, рыночный и социально-институциональный. Она основана на принципе последовательного извлечения остаточной ценности. Определено, что создание и коммерциализация инноваций относятся к сложным процессам, требующим большого количества затрат. Поэтому важно учитывать все риски, выбирать из множества вариантов создания инноваций и их коммерциализации.

Литература

1. Антохина Ю. А., Варжапетян А. Г., Семенова Е. Г. Улучшение ценности инновационных проектов // Инновации. 2017. №11 (229). С. 34-41.

2. Баринова Н. В. Проблемы коммерциализации инноваций в России и пути их преодоления на современном этапе развития экономики // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2020. №2 (110). С. 32-41.

3. Бейнар И. А. Управление инновациями (иллюстрированные избранные темы): учеб. пособие / Бейнар И. А., - Курск: Изд-во «Университетская книга», 2021, - 80 с.

4. Гусарова М. С. Проблемы инновационного развития России: анализ факторов и институциональные решения // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11, № 4. С. 1383-1402.

5. Коростелева О. А. Author's Integrative Framework for Evaluating Commercialization of STEM Innovations: Universal Framework with Artificial Intelligence Implementation // Социально-экономические и гуманитарные инновации в процессе модернизации общества : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 29 апреля 2024г. Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2024. С. 32-47.

6. Коростелева, О. А. Leveraging STEM innovation management for national development: integrating environmental sustainability and economic growth through effective innovation project management / О. А. Коростелева // Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14, № 9. С. 5003-5016.

7. Кудашов В. И., Нечепуренко Ю. В. Модели коммерциализации интеллектуальной собственности // Инновационные образовательные технологии. 2015. № 3. С. 58–64.

8. Нехорошева Л., Милоста Е. Необходимость и возможности использования результатов научно-технической деятельности // Наука и инновации. 2017. Т. 1. № 167. С. 52–55.

9. Тихомирова О. Г. Диффузия инноваций. Трансфер технологий и коммерциализация инноваций // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 1. – С. 127–132.

10. Фокина О. М., Красникова А. В. Коммерциализация инноваций и ее формы в российской практике // Организатор производства. 2017. Т. 25. № 3. С. 66–75.

Conceptualizing Residual Value in Innovation Management: Bridging the Theoretical Gap in Commercialization Research

Korosteleva O.A.

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The paper examines the concept of "residual value" in the context of innovation management. The introduction and application of innovations today is the most important direction for the development, commercialization and improvement of the competitiveness of products, as well as the activities of any enterprise. The purpose of the article is to bridge the theoretical gap in commercialization research. The scientific novelty is to propose a completely new approach, taking into account the fact that the residual value in the application of innovations will help to further eliminate the discrepancy between theory and practice in commercialization and product lifecycle management. The results of the work emphasize the need to update and refine knowledge in the field of research under study, both in theory and in practice.

Keywords: commercialization, residual value, innovation, management, efficiency.

References

1. Antokhina Yu. A., Varzhapetyan A. G., Semenova E. G. Improving the Value of Innovative Projects // Innovations. 2017. No. 11 (229). Pp. 34-41.
2. Barinova N. V. Problems of Innovation Commercialization in Russia and Ways to Overcome Them at the Current Stage of Economic Development // Bulletin of the Plekhanov Russian Academy of Economics. 2020. No. 2 (110). Pp. 32-41.
3. Beinar I. A. Innovation Management (Illustrated Selected Topics): Textbook / Beinar I. A., - Kursk: Publishing House "University Book", 2021, - 80 p.
4. Gusarova M. S. Problems of Innovative Development of Russia: Analysis of Factors and Institutional Solutions // Issues of Innovative Economics. 2021. Vol. 11, No. 4. Pp. 1383-1402.
5. Korosteleva, O. A. Author's Integrative Framework for Evaluating Commercialization of STEM Innovations: Universal Framework with Artificial Intelligence Implementation // Socio-economic and humanitarian innovations in the process of modernization of society: a collection of scientific papers based on the materials of the International scientific and practical conference of April 29, 2024. Belgorod: OOO Agency for Advanced Scientific Research (APNI), 2024. Pp. 32-47.
6. Korosteleva, O. A. Leveraging STEM innovation management for national development: integrating environmental sustainability and economic growth through effective innovation project management / O. A. Korosteleva // Economics, entrepreneurship and law. 2024. Vol. 14, No. 9. Pp. 5003-5016.
7. Kudashov V. I., Nechepurenko Yu. V. Models of Commercialization of Intellectual Property // Innovative Educational Technologies. 2015. No. 3. pp. 58–64.
8. Nekhorosheva L., Milosta E. The Need and Possibilities of Using the Results of Scientific and Technical Activity // Science and Innovation. 2017. Vol. 1. No. 167. pp. 52–55.
9. Tikhomirova O. G. Diffusion of Innovations. Technology Transfer and Commercialization of Innovations // Fundamental Research. – 2018. – No. 1. – pp. 127–132.
10. Fokina O. M., Krasnikova A. V. Commercialization of Innovations and Its Forms in Russian Practice // Production Organizer. 2017. T. 25. No. 3. P. 66–75.

Интеграция экономики данных и импакт-экономики: новые драйверы инноваций и трансформация инвестиционных моделей

Куликова Ирина Юрьевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, ipccirinak@yandex.ru

В статье исследуется конвергенция двух формирующихся парадигм: экономики данных и импакт-экономики как основных источников качественно новых драйверов инновационного развития. На основе анализа эмпирических данных по России, Европейскому союзу и глобальным рынкам обосновывается положение о том, что интеграция данных в инвестиционные модели импакт-проектов создает мультипликативный эффект, трансформируя как способы измерения социального воздействия, так и механизмы привлечения капитала. Выявлены три ключевых канала синергии: данные, выступающие в качестве метрической основы для верификации импакт-результатов, технологии работы с данными, снижающие транзакционные издержки в социально ориентированных инвестициях, и совместное использование данных и импакт-подходов, формирующих новые классы активов – социально-цифровые платформы и дата-инклюзивные инвестиционные продукты. На основе сопоставления российского и международного опыты сделан вывод о формировании гибридной инвестиционной модели, где критерии социальной эффективности и цифровой зрелости становятся равнозначными параметрами оценки. Кроме того, в работе обозначены системные барьеры – регуляторная неопределённость в отношении оборота обезличенных данных для социальных целей и дефицит стандартизированных методик оценки импакта в цифровой среде.

Ключевые слова: экономика данных, импакт-экономика, инвестиции, инновации, социальное воздействие, синергия, цифровая трансформация, интеграция.

Понятие экономики данных окончательно перестало быть абстрактной метафорой, превратившись в практическую плоскость государственного управления и корпоративных стратегий. В 2025 году объём российского рынка больших данных и технологий искусственного интеллекта достиг 520 млрд. рублей при среднегодовом темпе роста около 20%. Суммарный вклад технологий работы с данными в валовой внутренний продукт России за последние пять лет оценивается в 3,4 трлн. рублей, а к 2030 году этот показатель, по прогнозам, может достичь от 10,5 до 14,5 трлн. Рублей [8]. В свою очередь, в Европейском союзе объём рынка данных в 2025 году превысил 115 млрд. евро, а более широкая категория экономики данных оценивалась приблизительно в 500 млрд. евро [1, 8].

Параллельно с этими процессами формировалась иная парадигма – импакт-экономика, в рамках которой успешность хозяйственной деятельности измеряется не только финансовой отдачей, но и позитивным социальным или экологическим воздействием. Долгое время эти две траектории развивались независимо. Однако, в середине текущего десятилетия обозначилась их устойчивая конвергенция, породившая качественно новые драйверы инноваций и трансформировавшая традиционные инвестиционные модели.

В этой связи, нуждается в теоретико-эмпирическом обосновании интеграция экономики данных и импакт-экономики как источника новых форм инновационной активности в рамках выявления механизмов синергетического взаимодействия двух парадигм. Кроме того, указанный аспект необходим для анализа российских и международных данных, характеризующих количественные параметры формирующегося рынка социально-цифровых инвестиций, а также для идентификации системных барьеров, сдерживающих интеграционные процессы [12].

Следует отметить, что экономика данных, в наиболее широком понимании, охватывает процессы создания, сбора, хранения, обработки, распределения и использования данных как экономического блага. Как отмечено в публикации Всемирного банка, данные находятся в центре развития, обосновывая решения и инвестиции, которые помогают сокращать бедность и строить устойчивое будущее [14]. Однако традиционные статистические системы в большинстве стран с низким и средним уровнем дохода остаются недофинансированными и неспособными обеспечить своевременные и детализированные данные, необходимые для качественного принятия решений. Традиционные опросы, которые часто являются перекрёстными, нечастотными и дорогостоящими, с трудом поспевают за стремительными темпами экономических и социальных изменений. Эта проблема актуальна не только для развивающихся стран – даже в Европейском Союзе, сохраняются значительные препятствия, связанные с фрагментированным применением Общего регламента по защите данных (GDPR), что тормозит инноваторов и создаёт неравные условия для малых и крупных компаний [14].

Импакт-экономика, в свою очередь, оперирует иной логикой. Её центральная категория – социальное воздействие, измеряемое не в денежных единицах, а в качественных и количественных показателях улучшения условий жизни, снижения неравенства, экологической устойчивости. Долгое время импакт-инвестиции рассматривались как нишевый сегмент, ориентированный на филантропический капитал. Однако по мере институционализации этого направления стало очевидно, что отсутствие стандартизированных, достоверных и оперативных данных об эффектах реализации проектов является главным ограничением для масштабирования импакт-подходов.

Именно в этой точке возникает зона естественной конвергенции. Данные предоставляют импакт-экономике недостающую метрическую базу, позволяя перейти от декларативных заявлений о социальной пользе к верифицируемым, измеримым результатам. Импакт-экономика, в свою очередь, предлагает данным социальный контекст и целевой вектор, превращая массивы информации из самоцели в инструмент решения конкретных общественно значимых задач.

Теоретическое осмысление этой конвергенции может быть осуществлено через призму концепции «интеграции факторов производства», предложенной в исследованиях по экономике данных. Согласно этой концепции, данные не только выступают самостоятельным фактором, но и модифицируют действие традиционных направлений. Применительно к импакт-экономике это означает, что интеграция данных в социально-ориентированные проекты трансформирует сам способ производства социального воздействия: снижаются издержки на мониторинг

и оценку, повышается прозрачность распределения ресурсов, создаются возможности для персонализации социальных услуг [2, 13].

В настоящее время выделяется три канала синергии, определяющих данные как метрическую основу импакт-инвестиций.

Первый и наиболее очевидный канал интеграции связан с использованием данных для измерения и верификации социального воздействия. Классическая проблема импакт-инвестирования заключается в асимметрии информации: инвестор, вкладывающий средства в социально-ориентированный проект, испытывает значительные затруднения при оценке реального эффекта от вложений. Традиционные методы, заключающиеся в проведении опросов бенефициаров, экспертных оценках и в подготовке отчётов исполнителей, страдают от субъективизма, дискретности и запаздывания.

Цифровые данные радикально меняют эту ситуацию. Спутниковая съёмка, данные сенсоров интернета вещей, агрегированные обезличенные данные мобильных операторов позволяют получать непрерывные, объективные и оперативные показатели социально-экономических процессов. Как показывают примеры из международной практики, подобные подходы уже доказали свою эффективность. Так, в Индонезии статистические агентства используют байесовские методы пространственной оценки и искусственный интеллект для выведения карт бедности на уровне районов на основе комбинации спутниковых снимков и микроданных переписи [6]. В Колумбии геопространственная аналитика, построенная на платформе Google Earth Engine, применяется для отслеживания деградации земель и обоснования субсидий в сельском хозяйстве.

Во время пандемии COVID-19 в Того (Западная Африка) платформа социальной защиты Novissi использовала методы машинного обучения на данных о деталях звонков и спутниковых прокси бедности для доставки экстренных денежных переводов. [12]

В России аналогичные подходы только начинают внедряться. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства», принятый в 2025 году, предусматривает создание инфраструктуры для обмена обезличенными данными между государственными и частными организациями в социально значимых целях [4]. Однако, как отмечают эксперты, эффективно используется пока не более 10–20% накопленных корпоративных данных, а остальные превращаются в так называемые тёмные данные, требующие затрат на хранение, но не приносящие пользы [2, 8].

Второй канал синергии связан со снижением транзакционных издержек в импакт-инвестициях благодаря цифровым платформам и автоматизированным системам сбора данных. Традиционно значительная часть средств, направляемых на социальные проекты, расходуется не на непосредственную помощь бенефициарам, а на мониторинг, отчётность и аудит. Цифровые решения такие, как мобильные приложения для верификации расходов, блокчейн для отслеживания целевого использования средств, автоматизированные дашборды для инвесторов позволяют радикально сократить эти издержки.

Третий канал представляет собой наиболее глубокую форму интеграции – создание новых классов инвестиционных активов, где социальное воздействие и данные неразрывно связаны. Речь идёт о платформах, которые генерируют данные как побочный продукт своей социально ориентированной деятельности, и эти данные впоследствии становятся самостоятельным объектом инвестиционной ценности. Примером могут служить образовательные онлайн-платформы, которые, предоставляя бесплатный доступ к обучению в развивающихся странах, накапливают массивы данных об учебных траекториях, востребованных навыках и региональных диспропорциях. Эти данные, после обезличивания, представляют ценность для исследователей рынка труда, государственных органов и корпораций, формируя дополнительный источник дохода, реинвестируемый в социальную миссию.

Интеграция экономики данных и импакт-экономики закономерно ведёт к трансформации инвестиционных моделей. Традиционные подходы предполагали чёткое разделение: финансовые инвестиции оцениваются по доходности, импакт-инвестиции – по социальному эффекту, венчурные инвестиции в цифровые стартапы – по темпам роста пользовательской базы. Формирующаяся гибридная модель объединяет все три критерия. Данная трансформация отчётливо прослеживается в динамике венчурного рынка. Согласно данным аналитических отчётов, около 60% компаний с неэффективным управлением данными не могут успешно реализовать цифровую трансформацию [2]. При этом, как показывают теоретические модели, стратегия кооперации при инвестировании в элементы данных является более эффективным подходом для повышения инновационной эффективности по сравнению с независимыми стратегиями. В контексте импакт-инвестиций это означает, что финансирование социально ориентированных цифровых проектов всё чаще осуществляется на основе партнёрских соглашений, где инвесторы разделяют не только финансовые риски, но и ответственность за достижение измеримых социальных результатов [6].

Особого внимания заслуживает вопрос о роли государства в формирующейся гибридной инвестиционной модели. Опыт Китая, где создание национальных пилотных зон больших данных существенно повысило уровень интеграции цифровой и реальной экономик, показывает, что государственная политика может выступать мощным катализатором [14]. Механизмами такого воздействия выступают стимулирование цифровых инноваций и содействие агломерации цифровых индустрий. Для России, где в 2025 году был утверждён национальный проект «Экономика данных», актуальным является вопрос о том, насколько существующие меры поддержки учитывают импакт-компоненту. Прямое бюджетное финансирование федерального проекта «Искусственный интеллект» составляет 15,7 млрд. рублей на 2024–2026 годы, однако эти средства направлены преимущественно на технологическое развитие, а не на социально ориентированные приложения данных. [5]

В глобальном масштабе Всемирный банк предлагает концепцию нового «пакта о данных» для развития и рабочих мест, в рамках которого государственные институты и частные предприятия совместно инвестируют в национальные системы данных. Ключевыми элементами такого пакта выступают совместные статистические инвестиционные фонды, акселераторы инноваций в области данных, платформы реального времени с открытыми интерфейсами прикладного программирования, а также контракты, ориентированные на результат, где компании вознаграждаются за улучшение качества, доступности и влияния данных.

Несмотря на значительный потенциал, интеграция экономики данных и импакт-экономики сталкивается с рядом системных барьеров. Первая группа барьеров связана с регуляторной неопределённостью. В Европейском союзе, где экономика данных оценивается в 500 млрд евро, ключевым препятствием остаётся фрагментированное применение Общего регламента по защите данных [1, 8]. Широкое определение персональных данных и разрозненные толкования в различных государствах-членах создают правовую неопределённость для компаний, стремящихся использовать данные в социально ориентированных целях. Крупные компании располагают ресурсами для работы с национальными регуляторами, тогда как малые предприятия и социальные стартапы оказываются в неравном положении.

В России аналогичная проблема связана с новыми требованиями к защите информации, содержащейся в государственных и иных информационных системах. Приказ №117 Федеральной службы по техническому и экспортному контролю, вступившим в силу в марте 2026 года, вводит дополнительные требования об использовании только сертифицированных средств защиты информации в объектах критической информационной инфраструктуры [7]. Хотя эти требования направлены на повышение безопасности, они могут усложнить обмен обезличенными данными для социальных целей, увеличив транзакционные издержки.

Второй барьер носит методический характер и связан с отсутствием стандартизированных подходов к оценке импакта в цифровой среде. Традиционные методики оценки социального воздействия (социальная отдача на инвестиции, теория изменений и другие) разрабатывались для проектов с относительно простой структурой воздействия и длительными временными горизонтами. Цифровые проекты, напротив, характеризуются сложными, часто нелинейными цепочками воздействия, быстрой сменой технологических решений и множественными косвенными эффектами. Существующие методики не всегда позволяют адекватно захватить эту сложность.

Третий барьер связан с дефицитом компетенций на стыке двух областей. Специалисты по данным редко обладают пониманием социальной проблематики и методов оценки импакта, а профессионалы в сфере социального развития, как правило, не владеют современными инструментами анализа данных. Этот разрыв в компетенциях препятствует формированию проектных команд, способных разрабатывать и реализовывать интеграционные решения. Как отмечают эксперты, в российских компаниях наблюдается дефицит квалифицированных специалистов в области управления данными, что является одним из сдерживающих факторов цифровой трансформации. [2, 11].

Наконец, четвёртый барьер носит инфраструктурный характер. Для эффективной интеграции данных в импакт-проекты необходимы не только технологические платформы, но и институциональные механизмы доверия – стандарты обезличивания, процедуры согласования доступа, механизмы разрешения споров. В России, как и в большинстве стран мира, эти институты находятся на ранней стадии формирования.

Подводя итог сказанному выше, можно справедливо утверждать, что интеграция экономики данных и импакт-экономики представляет собой не конъюнктурный тренд, а закономерный этап эволюции постиндустриальной экономической системы. Данное обстоятельство позволяет

выявить три ключевых механизма синергии: данные выступают в качестве метрической основы для верификации социального воздействия; цифровые технологии снижают транзакционные издержки в импакт-инвестициях; на стыке двух парадигм формируются новые классы инвестиционных активов – социально-цифровые платформы и дата-инклюзивные продукты.

Инвестиционная модель, формирующаяся на пересечении экономики данных и импакт-экономики, носит гибридный характер. В её рамках критерии финансовой эффективности, социального воздействия и цифровой зрелости становятся равнозначными параметрами оценки инвестиционной привлекательности. Это требует от инвесторов новых компетенций, а от разработчиков проектов – способности к междисциплинарному синтезу.

Вместе с тем, такие системные барьеры, как регуляторная неопределённость, методический вакуум, дефицит компетенций и неразвитость инфраструктуры доверия сдерживают реализацию интеграционного потенциала. Преодоление этих «узких мест» требует согласованных действий со стороны государства, бизнеса и гражданского общества. Приоритетными направлениями являются разработка стандартизированных методик оценки импакта в цифровой среде, создание экспериментальных правовых режимов для оборота обезличенных данных в социальных целях, а также формирование междисциплинарных образовательных программ на стыке анализа данных и социального проектирования.

Литература

1. Арехина, И.А. Финансовые инновации как драйвер трансформации инвестиционных стратегий в условиях цифровизации экономики /И.А. Арехина // Вестник евразийской науки. – 2025. – №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovye-innovatsii-kak-drayver-transformatsii-investitsionnyh-strategiy-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (дата обращения: 21.04.2026).
2. Большие данные пошли в рост [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.kommersant.ru/doc/8335113 (дата обращения 19.04.2026 г.)
3. Минэкономразвития: исследовательские центры ИИ создают решения мирового уровня [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_issledovatelskie_centry_ii_sozdayut_resheniya_mirovogo_urovnya.html?ysclid=mo8lkwboe7943712697(дата обращения 20.04.2026 г.)
4. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [Электронный ресурс] / Режим доступа; https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_issledovatelskie_centry_ii_sozdayut_resheniya_mirovogo_urovnya.html?ysclid=mo8lkwboe7943712697(дата обращения 20.04.2026 г.)
5. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. – URL: https://www.garant.ru. (дата обращения 20.04.2026 г.)
6. Пашихина, Е. В. Теоретическое представление инновационных цифровых технологий как нового направления развития мировой экономики и мирохозяйственных процессов / Е.В. Пашихина // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т.15, № 11. – С. 7185-7202. – DOI 10.18334/epp.15.11.124083. – EDN FBDDEP.
7. Приказ Федеральной службы по техническому и экспортному контролю от 11 апреля 2025 г. № 117 «Об утверждении Требований о защите информации, содержащейся в государственных информационных системах, иных информационных системах государственных органов, государственных унитарных предприятий, государственных учреждений». – URL: https:// https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412075328/?ysclid=mo8lgy81p9519341942 (дата обращения 21.04.2026 г.)
8. Сможет ли российский бизнес превратить большие данные в капитал [Электронный ресурс] / Режим доступа; https://rubda.ru/media_assocation/zolotoe-dno-czifrovyh-bolot/ (дата обращения 21.04.2026 г.)
9. Святохо, Н.В. К вопросу о сущности импакт-инвестирования в современных рыночных условиях/ Н.В. Святохо // Фундаментальные исследования. – 2024. – № 10. – С. 159-170. – URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43704 (дата обращения: 21.04.2026).
10. Тренды: импакт-экономика [Электронный ресурс] / Режим доступа; https://rubda.ru/media_assocation/zolotoe-dno-czifrovyh-bolot/ (дата обращения 21.04.2026 г.)
11. Тютюкина, Е. Б. Оценка социальных, экологических эффектов и финансовых результатов при осуществлении импакт-инвестиций / Е. Б. Тютюкина // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 12. – С. 8581-8598. – DOI 10.18334/epp.15.12.124192. – EDN OBQKTI.
12. Силпагар, Э.Ю. Анализ зарубежного опыта импакт-инвестирования и его адаптация к российским реалиям / Э.Ю. Силпагар, А.С. Ермаченкова // Теоретическая экономика. – 2025. – №.7. – С.164-178. DOI: https://doi.org/10.52957/2221-3260-2025-7-164-178 (дата обращения: 21.04.2026).
13. Herui Cui, Xiao Sun. Big Data Policies Empower the Integrated Development of Digital and Real Economies: Theoretical Mechanisms and Empirical Tests. Journal of Industrial Technological Economics. 2026, 45(3): 57-66 https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-910X.2026.03.006 (дата обращения: 21.04.2026).
14. Zhaopeng Chu, Xin Chen, Jun Yang. Impact of data factor and data integration on economic development: Empirical insights from China // Telecommunications Policy. – 2025. – Volume 49, Issue 8, 103004. – ISSN 0308-5961. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596125001016; https://doi.org/10.1016/j.telpol.2025.103004 (дата обращения: 21.04.2026).

Data economy and impact economy integration: new drivers of innovation and transformation of investment models

Kulikova I.Yu.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article explores the convergence of two emerging paradigms: the data economy and the impact economy as the main sources of qualitatively new drivers of innovative development. Based on an analysis of empirical data for Russia, the European Union and global markets, it is justified that the integration of data into investment models of impact projects creates a multiplier effect, transforming both methods of measuring social impact and mechanisms for attracting capital. Three key synergy channels were identified: data serving as a metric framework for verification of impact results, data technologies that reduce transaction costs in socially oriented investments, and data sharing and impact approaches that form new asset classes socio-digital platforms and data-inclusive investment products. Based on a comparison of Russian and international experience, it was concluded that a hybrid investment model was being formed, where the criteria for social efficiency and digital maturity become equivalent assessment parameters. In addition, the work identifies systemic barriers regulatory uncertainty regarding the circulation of anonymized data for social purposes and the lack of standardized methods for assessing impact in the digital environment.

Keywords: data economy, impact economy, investment, innovation, social impact, synergy, digital transformation, integration.

References

1. Arekhina, I.A. Financial innovations as a driver of transformation of investment strategies in the context of digitalization of the economy/ I.A. Arekhina // Bulletin of Eurasian Science. – 2025. – № 5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovye-innovatsii-kak-drayver-transformatsii-investitsionnyh-strategiy-v-usloviyah-tsifrovizatsii-ekonomiki (дата обращения: 21.04.2026).
2. Big data went up [Electronic resource] / Access mode: https://www.kommersant.ru/doc/8335113 (accessed on 19.04.2026)
3. Ministry of Economic Development: AI research centers create world-class solutions [Electronic resource] / Access mode: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_issledovatelskie_centry_ii_sozdayut_resheniya_mirovogo_urovnya.html?ysclid=mo8lkwboe7943712697 (accessed on 20.04.2026)
4. National project «Data economy and digital transformation of the state» [Electronic resource] / Access mode; https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_issledovatelskie_centry_ii_sozdayut_resheniya_mirovogo_urovnya.html?ysclid=mo8lkwboe7943712697(дата обращения 20.04.2026 г.)
5. On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future until 2036: Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2024 №. 309. – URL: https://www.garant.ru. (accessed 20.04.2026)
6. Pashikhina, E.V. Theoretical presentation of innovative digital technologies as a new direction in the development of the world economy and world economic processes/E.V. Pashikhina//Economics, Entrepreneurship and Law. – 2025. – T.15, No. 11. – S. 7185-7202. – DOI 10.18334/epp.15.11.124083. – EDN FBDDEP.
7. Order of the Federal Service for Technical and Export Control of April 11, 2025 No. 117 «On approval of the Requirements for the protection of information contained in state information systems, other information systems of state bodies, state unitary enterprises, state institutions». – URL: https :// https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412075328/?ysclid=mo8lgy81p9519341942 (accessed 21.04.2026)
8. Will Russian business be able to turn big data into capital [Electronic resource] / Access mode; https://rubda.ru/media_assocation/zolotoe-dno-czifrovyh-bolot/ (дата обращения 21.04.2026 г.)
9. Svyatokho, N.V. On the essence of impact investment in modern market conditions/N.V. Svyatokho // Fundamental research. – 2024. –№. 10. – S. 159-170. – URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=43704 (accessed on: 21.04.2026).
10. Trends: impact economy [Electronic resource] / Access mode; https://rubda.ru/media_assocation/zolotoe-dno-czifrovyh-bolot/ (дата обращения 21.04.2026 г.)
11. Tyutyukina, E. B. Assessment of social, environmental effects and financial results in the implementation of impact investments / E.B. Tyutyukina // Economics, entrepreneurship and law. – 2025. – T. 15, №. 12. – S.8581-8598. – DOI 10.18334/epp.15.12.124192. – EDN OBQKTI.

Анализ инновационной трансформации в регионах России

Мошнов Александр Васильевич
аспирант, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, alexandermoshnov@gmail.com

В статье рассматриваются актуальные проблемы функционирования инновационной системы Российской Федерации в условиях макроэкономической неопределенности. Автором проведен анализ причин фундаментального разрыва между инновационным потенциалом и его практической реализацией, а также исследована глубокая межрегиональная дифференциация. Особое внимание уделено роли человеческого капитала, институциональным барьерам и феномену «парадокса ресурсных регионов». В работе оценивается влияние государственной политики на инновационную активность и рассматривается переход от стратегии импортозамещения к реализации национального проекта «Экономика данных». На основе комплексного анализа предложены направления по преодолению структурных диспропорций и децентрализации инновационного развития, способствующие формированию конкурентоспособной экономики в масштабах всей страны.

Ключевые слова: инновационная система, региональная дифференциация, экономика данных, цифровая трансформация, ресурсная зависимость.

Введение

Инновационная система Российской Федерации функционирует в условиях значительных структурных вызовов и макроэкономической нестабильности, что серьезно сдерживает ее потенциал. Одной из центральных проблем является неравномерность и часто неэффективность механизмов государственного финансирования инноваций: увеличение финансирования региональных инновационных проектов приводит к положительным экономическим эффектам лишь в одном случае из трех. Это позволяет говорить о том, что происходящее в настоящее время простое перераспределение бюджетных средств, не учитывающее стратегических приоритетов и эффективности использования ресурсов, не дает ожидаемых результатов. Зачастую те финансовые потоки, которые могли бы принести максимальную пользу, либо используются нецелевым образом, либо вообще не доходят до адресата. Также общее сокращение государственных расходов и осторожность инвесторов, обусловленная макроэкономической неопределенностью, усугубляют данную проблему.

Существующие в настоящее время системные проблемы затрагивают и внутреннюю структуру инновационной экосистемы. И хотя в последнее время интерес к вопросам инноваций постоянно растет, их реальное внедрение зачастую отличается от декларируемых целей и остается крайне низким. В качестве примера можно рассмотреть сельское хозяйство, где объем инвестиций в информационно-коммуникационные технологии за 2024 год составил 13 млрд руб. Однако, рассматривая данный объем инвестиций в общем контексте, это всего лишь 0,5% от всех инвестиций в сельскохозяйственную отрасль. Такое положение говорит о том, что существует фундаментальный разрыв между потенциалом технологических изменений и их практической реализацией в ключевых секторах экономики.

Также, говоря об инновационной экосистеме, следует учитывать и то, что инновационная активность России исторически складывалась в научных центрах и крупных городах, что в свою очередь приводит к возникновению географического неравенства [1]. Данная проблема решается созданием благоприятной инновационной среды за счет создания особых территорий, на которых установлен льготный налоговый режим.

Еще одной системной проблемой инновационного развития является консервативность мышления и боязнь перемен. Особенно сильно это заметно в регионах, где экономика зависит от добычи и экспорта сырья и не побуждает бизнес или власть искать новые, более рискованные пути развития. В результате другие отрасли экономики и инновационные проекты остаются без внимания, так как нет стимула менять то, что и так приносит деньги.

Рассмотренные выше проблемы не только замедляют экономическую диверсификацию, но и снижают конкурентоспособность регионов.

Результаты исследования

Анализ инновационного потенциала регионов Российской Федерации позволило выявить четкую иерархическую структуру, где лидерство сосредоточено в нескольких ключевых центрах, в то время как большая часть страны демонстрирует значительно более низкие показатели. Москва и Санкт-Петербург занимают доминирующее положение, являясь неоспоримыми лидерами в области бизнес-инноваций. Их лидерство подкреплено наличием уникального сочетания факторов: концентрацией высококвалифицированных кадров, сильных университетов мирового уровня (таких как МИЭТ, взаимодействующих с бизнесом), крупных корпоративных штаб-квартир, развитой фондовой поддержки и высокоразвитой инфраструктурой. Проект «Сколково», расположенный в Москве, является ярчайшим примером этой доминирующей позиции, поскольку именно здесь созданы условия для привлечения и развития инновационных предприятий с помощью специальных преференциальных режимов. В международных рейтингах, таких как Global Innovation Index, Россия в целом занимает 32-е место по категории «способность к инновациям», что частично определяется высокой оценкой столичных регионов [2].

Значительная масса регионов Российской Федерации относится к категории отстающих. Эти территории характеризуются низкой инновационной активностью и часто зависят от одного-двух секторов, преимущественно сырьевого производства. В предоставленных материалах прямо или косвенно упоминаются регионы с низким уровнем инноваций. Например, в работе, сравнивающей федеральные округа, подчеркивается наличие «проблемных областей» в области цифровой трансфор-

мации. Особую группу составляют регионы, чья экономика сильно зависит от экспорта природных ресурсов, например, Архангельская область. Как правило, такие регионы «ресурснозависимые», т.е. зависят от одного-двух видов сырья, что в свою очередь делает регион уязвимым перед внешними переменами [3].

Исходя из проведенного анализа была разработана условная классификация регионов по уровню их инновационного развития.

Таблица 1
Классификация регионов по уровню инновационного развития [сост.авт.]

Категория региона	Ключевые представители	Характерные черты	Основные факторы успеха
Высший уровень (Лидеры)	Москва, Санкт-Петербург	Концентрация бизнеса, финансов, высококвалифицированных кадров; развитая инфраструктура; наличие особых инновационных зон; высокая активность МСП	Государственная поддержка, концентрация человеческого капитала, доступ к капиталу, высокая плотность инновационной экосистемы
Умеренно развитые регионы	Новосибирск, Екатеринбург, Казань	Наличие сильных университетов и научных центров; развитые производственные отрасли; растущая цифровая экономика	Сильные местные университеты, промышленная база, целевые региональные программы поддержки
Отстающие регионы	Сырьевые регионы (например, Архангельская область), некоторые аграрные и удаленные территории	Низкая диверсификация экономики, зависимость от экспорта сырья; низкий уровень цифровизации; отток населения и кадров	«Парадокс ресурсных регионов», отсутствие стимулов к диверсификации, недостаток человеческого капитала и инфраструктуры

Существующий региональный разрыв в уровне экономического развития является одной из наиболее острых проблем экономики России. Данное явление способствует формированию диспропорций в темпах роста различных территорий и усиливает социальное расслоение населения.

Важно отметить, что и географический фактор остаётся значимым условием регионального развития. Так, территории, расположенные вдоль ключевых транспортных маршрутов (например, Транссибирской магистрали или Транскаспийского коридора), обладают дополнительными преимуществами для расширения торговых связей и международного сотрудничества, что позитивно влияет на их экономическую динамику. Вместе с тем, даже благоприятное географическое положение не гарантирует преодоления структурных диспропорций, если экономика региона сохраняет высокую зависимость от одного доминирующего сектора. Таким образом, транспортная доступность выступает необходимым, но недостаточным условием сбалансированного территориального развития.

Таким образом, можно говорить о том, что инновационный потенциал региона и скорость его развития определяются сложным взаимодействием множества факторов. Данные факторы можно условно разделить на две большие группы:

1) драйверы, способствующие росту;

2) барьеры, препятствующие ему [4].

Понимание взаимодействия этих факторов становится ключом к объяснению межрегиональных различий в инновационной активности [4].

Таблица 2
Система факторов инновационного потенциала регионов РФ [сост.авт.]

Категория	Фактор	Описание и влияние
Стимулы	Человеческий капитал и научные центры	Наличие сильных университетов и научных институтов - фундаментальное условие. Они формируют человеческий капитал, проводят исследования и передают технологии бизнесу. Взаимодействие с бизнесом - ключевая часть региональной инновационной системы. Регионы с мощными академическими центрами имеют больший потенциал
	Экономическая структура	Диверсифицированная экономика (промышленность, услуги, сельское хозяйство) способствует лучшим инновационным показателям. Зависимость от экспорта сырья ведет к «парадоксу ресурсных регионов»: доходы не реинвестируются в другие секторы, что замедляет технологический прогресс и снижает стимулы к инновациям
	Уровень цифровизации	Цифровая трансформация - мощный катализатор инноваций. Внедрение цифровых технологий в промышленность, сельское хозяйство и госуправление повышает производительность и создает новые бизнес-модели. Разрыв в уровне цифровизации создает разрыв в инновационном потенциале регионов
	Инфраструктура и географическое положение	Развитая транспортная и телекоммуникационная инфраструктура облегчает логистику, доступ к рынкам и обмен знаниями. Выгодное расположение на важных торговых путях создает дополнительные экономические возможности
Ограничения	Макроэкономическая нестабильность	Низкий рост ВВП, зависимость от цен на сырье, санкции и экономическая неопределенность делают долгосрочные инвестиции в инновационные проекты рискованными и маловероятными. В условиях нестабильности предприниматели выбирают консервативные стратегии
	Проблемы в сфере МСП	МСП - основной источник новых идей, но сталкивается с множеством проблем: до 20% компаний работают с убытками (против 7% у крупных), ограниченный доступ к финансированию, высокая административная нагрузка
	Неэффективность господдержки	Не все программы поддержки инноваций эффективны. Часто средства «переливаются из одного бюджета в другой» без реального экономического эффекта. Отсутствие четкой стратегии и системного подхода приводит к нерациональному распределению ресурсов
	Культурные и институциональные барьеры	В сырьевых регионах сохраняется культура, ориентированная на извлечение прибыли из ресурсов, а не на их переработку и добавление стоимости через инновации. Отсутствие развитой системы корпоративного управления и страх перед риском также сдерживают внедрение новшеств

Таким образом, инновационный процесс, вне зависимости от региона, представляет собой взаимосвязь данных факторов. Как видно из таблицы, в Москве и Санкт-Петербурге, такие стимулы как концентрация человеческого капитала и доступ к финансированию, перевешивают барьеры. В отстающих регионах, напротив, доминируют структурные проблемы, такие как сырьевая зависимость и отток кадров, что делает инновационный рост крайне затруднительным.

Цифровая трансформация выступает одним из наиболее мощных и универсальных двигателей бизнес-инноваций в современной России. Она затрагивает практически все сектора экономики, от промышленности и сельского хозяйства до финансов и государственного управления, создавая новые возможности для повышения производительности, оптимизации процессов и разработки инновационных продуктов и услуг [5].

2024 - 2025 годы стали переломным моментом в истории цифровой трансформации России. Страна уверенно переходит от вынужденного этапа импортозамещения к модели опережающего технологического развития и формирования полноценной экономики данных. Если в 2022 - 2023 годах основной фокус был направлен на замену иностранных технологических решений, то уже в 2025 году акцент сместился на создание принципиально новых бизнес-моделей, развитие платформенных решений и управление данными как стратегическим активом компании [6].

Как отмечают эксперты, цифровая трансформация - это не просто внедрение технологий, а глубокое переосмысление бизнес-модели, процессов и взаимодействия с клиентами. Именно этот подход определяет современную повестку российского бизнеса [7].

Запущенный в 2025 году национальный проект «Экономика данных» (рассчитанный до 2030 года) задал четкие стратегические ориентиры для всей страны, зафиксировав рост индекса зрелости рынка данных до 9,5%, что соответствует установленным плановым показателям. К 2030 году согласно национальному проекту в электронный формат будет переведено 95% социально значимых услуг, а увеличение инвестиций в отечественные ИТ-решения вырастет в четыре раза [8].

В настоящее время обязательной метрикой в развитии цифровизации государственных корпораций становится внедрение искусственного интеллекта. Так, в последнее время на рынке не только активно развиваются self-service платформы для создания корпоративных ИИ-помощников, но и применяются технологии машинного обучения для автоматизации аналитики, прогнозирования спроса и оптимизации логистических цепочек. При этом особое внимание как единому облачному решению для госсектора уделяется развитию платформы «ГосТех». Параллельно растет интерес к API-экономике и стандартизации данных для обеспечения эффективного межотраслевого взаимодействия.

К 2025 году импортозамещение в госсекторе достигнуто на уровне 60–80%, в частном бизнесе - около 50%. Реестр отечественного ПО вырос до 25 000+ продуктов. Обсуждается инициатива Минцифры о запрете на разработку «самописного» ПО госкомпаниями при наличии рыночных аналогов, что должно стимулировать развитие отечественного программного рынка [9].

Таким образом, цифровая трансформация в России перестает быть разовым «проектом» и становится непрерывным процессом стратегиче-

ского развития. Технологии больше не являются самоцелью - они превращаются в инструмент создания устойчивых конкурентных преимуществ. Успех будет зависеть от способности бизнеса адаптироваться к новым реалиям, инвестировать в развитие компетенций и выстраивать эффективные экосистемы взаимодействия [10].

Наступивший период требует от российских компаний не просто технологической модернизации, а фундаментального переосмысления подходов к ведению бизнеса в условиях цифровой экономики.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, что инновационная система Российской Федерации находится на этапе структурной трансформации, сталкиваясь с фундаментальным разрывом между потенциальными возможностями и их практической реализацией. Текущая модель развития характеризуется глубокой межрегиональной дифференциацией, где лидерство столичных агломераций контрастирует с низкой инновационной активностью большинства субъектов страны. Устойчивое инновационное развитие России невозможно без комплексного подхода, сочетающего внедрение передовых цифровых технологий с институциональными преобразованиями. Необходимы меры, направленные на децентрализацию инновационной активности, стимулирование частных инвестиций в секторе МСП и формирование гибкой экономической среды, способной адаптироваться к макроэкономической неопределенности. Только через устранение культурных, структурных и инфраструктурных барьеров инновации смогут стать системным фактором роста, обеспечивающим долгосрочную конкурентоспособность экономики во всех регионах страны

Литература

1. Колмакова И. Д., Колмакова Е.М. Оценка потенциала бизнес-инноваций в регионах Российской Федерации // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 7(501). С. 69-77. DOI 10.47475/1994-2796-2025-501-7-69-77
2. Бобомуродов П. У. Современное состояние и развитие инновационных процессов в регионе // Финансово-экономический вестник. 2025. № 1. С. 192-201
3. Комилов С.Дж., Садикова Ш.К. Формирование человеческого капитала в условиях цифровизации социально-экономических процессов. В сборнике: Цивилизатсионная стратегия лидерства в XX1 веке. материалы международной научно-практической конференции. Душанбе, 2024. С. 11-18
4. Олимов С.И., Бобомуродов П.У. Трактовка модернизация экономики в современных условиях. Государственное управление. 2024. № 4-1 (69). С. 153-162
5. Азарян Е. М., Бессарабов В. О., Мелентьева О. В. Инновационный потенциал развития бизнес-среды на виртуальном рынке на этапе цифровизации // Экономический анализ: теория и практика. 2024. Т. 23, № 9 (552). С. 1687-1699
6. Бобомуродов П.У., Олимов С.И. Роль инновации в модернизации экономики. Государственное управление. 2024. № 4-1 (69). С. 186-194
7. Бадыкова И. Р. Дифференцированное управление инновационным развитием регионов России // π-Economy. 2025. Т. 18, № 6. С. 142-158. DOI 10.18721/JE.18608
8. Doroshenko Yu. A., Starikova M. S., Riapukhina V. N. Models of Regional Development in Russia: Level of Industrialisation and Innovative Performance // Engineering Economics. 2021. Vol. 32, № 3. P. 189. DOI: https://doi.org/10.5755/j01.ee.32.3.25897
9. Panikarova S. Analysis of the Effectiveness of the Regional Innovation System: A Case Study on Polyethnic Regions of the Russian Federation // Journal of Institutional Studies 2019, pp. 41-58
10. Пугачев И. Н. Роль академических институтов ДВО РАН в научно-технологическом развитии региона // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2025. Т. 27, № 3. С. 21–44. DOI: https://doi.org/10.24866/1813-3274/2025-3/21-44

Analysis of innovative transformation in the regions of Russia

Moshnov A.V.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article discusses the current problems of the functioning of the innovation system of the Russian Federation in the context of macroeconomic uncertainty. The author analyzes the reasons for the fundamental gap between innovation potential and its practical implementation, as well as deep interregional differentiation. Special attention is paid to the role of human capital, institutional barriers and the phenomenon of the «paradox of resource regions». The paper evaluates the impact of government policy on innovation activity and examines the transition from an import substitution strategy to the implementation of the national project «Data Economics». Based on a comprehensive analysis, the directions for overcoming structural imbalances and decentralizing innovative development are proposed, contributing to the formation of a competitive economy throughout the country.

Keywords: innovation system, regional differentiation, data economy, digital transformation, resource dependence.

References

1. Kolmakova I. D., Kolmakova E. M. Assessing the Potential of Business Innovations in the Regions of the Russian Federation // Bulletin of Chelyabinsk State University. 2025. No. 7(501). Pp. 69-77. DOI 10.47475/1994-2796-2025-501-7-69-77
2. Bobomurodov P. U. Current State and Development of Innovation Processes in the Region // Financial and Economic Bulletin. 2025. No. 1. Pp. 192-201
3. Komilov S. Dzh., Sadikova Sh. K. Formation of Human Capital in the Context of Digitalization of Socioeconomic Processes. In the collection: Civilization Strategy of Leadership in the 21st Century. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Dushanbe, 2024. Pp. 11-18
4. Olimov S.I., Bobomurodov P.U. Interpretation of economic modernization in modern conditions. Public administration. 2024. No. 4-1 (69). Pp. 153-162
5. Azaryan E.M., Bessarabov V.O., Melentyeva O.V. Innovative potential for the development of the business environment in the virtual market at the digitalization stage // Economic analysis: theory and practice. 2024. Vol. 23, No. 9 (552). Pp. 1687-1699
6. Bobomurodov P.U., Olimov S.I. The role of innovation in economic modernization. Public administration. 2024. No. 4-1 (69). P. 186-194
7. Badykova I. R. Differentiated Management of Innovative Development of Russian Regions // π-Economy. 2025. Vol. 18, No. 6. P. 142-158. DOI 10.18721/JE.18608
8. Doroshenko Yu. A., Starikova M. S., Riapukhina V. N. Models of Regional Development in Russia: Level of Industrialization and Innovative Performance // Engineering Economics. 2021. Vol. 32, No. 3. P. 189. DOI: https://doi.org/10.5755/j01.ee.32.3.25897
9. Panikarova S Analysis of the Effectiveness of the Regional Innovation System: A Case Study on Polyethnic Regions of the Russian Federation // Journal of Institutional Studies. Available at: https://www.researchgate.net/publication/338082124_Analysis_of_the_Effectiveness_of_the_Regional_Innovation_System_A_Case_Study_on_Polyethnic_Regions_of_the_Russian_Federation (Accessed: 05.04.2026).
10. Pugachev, I. N. “The Role of Academic Institutes of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences in the Scientific and Technological Development of the Region” // Asia-Pacific Region: Economics, Politics, Law. 2025. Vol. 27, No. 3. pp. 21–44. DOI: https://doi.org/10.24866/1813-3274/2025-3/21-44

Основы разработки стратегии управления инновационной средой предприятия

Мухаметьянова Альбина Рифкатовна
аспирант, кафедра Корпоративных финансов и учетных технологий, Уфимский государственный нефтяной технический университет, albina_mar@mail.ru

Формирование эффективной инновационной среды становится ключевым фактором повышения конкурентоспособности предприятий, позволяя сокращать время вывода инноваций на рынок и усиливать устойчивость функционирования. Целью данного исследования является определение особенностей управления инновационной средой предприятия и разработка методического подхода к формированию стратегии управления этой средой, обеспечивающей повышение инновационной активности, вовлеченности персонала и доли дохода от новых продуктов. В работе дано авторское определение понятия «управление инновационной средой предприятия»; выделены ключевые функции и элементы системы управления; предложена типология стратегий управления инновационной средой предприятия и матрица соотнесения стратегий с критериями их выбора.
Ключевые слова: предприятие, инновации, инновационная среда, управление, стратегия, критерии выбора.

Возможности современных предприятий в повышении своей конкурентоспособности видятся, среди прочего, в формировании условий, обеспечивающих плодотворную реализацию инновационных процессов, то есть, в создании инновационной среды. Инновационная среда включает кадры и компетенции [8], IT-платформы [19], R&D-инфраструктуру [6], корпоративную культуру, внешние связи (университеты, стартапы, клиенты, поставщики), нормативный и финансовый контекст [11]. При наличии большого количества структурных составляющих исследователи делают различные акценты на важности тех или иных. Так, например, Ю. Н. Божков, во–первых, отмечает важность изучения не просто инновационной среды, а бизнес–среды (что обусловлено воздействием рынка на требования к инновационной активности), во–вторых, к ее основным компонентам относит разноуровневую политику в области инновационного развития, научные учреждения, спрос и предложение инноваций, инновационных партнеров и др., однако важнее всего – потребители [4]. В. В. Ноздрин акцентирует внимание на «определенных условиях, созданных инновационной средой, являющейся в свою очередь предпосылкой формирования действенной инновационной системы» [15, с. 138], а к традиционно выделяемым иными исследователями элементам инновационной среды, он добавляет «персонал как носитель знаний, необходимых для создания инноваций, а также предметы и средства труда» [15, с. 140]. М. И. Бажанова, М. С. Кувшинов в большей степени раскрывают научную составляющую инновационного развития, раскрывая содержание внутреннего и внешнего контура инновационной среды [1].

В целом, сильная инновационная среда сокращает цикл вывода продукта на рынок, повышает вероятность успеха новых решений, снижает затраты на разработку и позволяет быстрее адаптироваться к изменениям спроса и технологическим сдвигам. Для российских предприятий создание такой среды означает не только внутренние изменения, но и активное взаимодействие с экосистемой регионов и государства.

Исследование научных публикаций, рассматривающих различные стороны разработки и функционирования инновационной среды предприятий, показало, что в меньшей степени внимание уделяется изучению понятия и особенностей управления инновационной средой предприятия. Однако, с точки зрения автора, изучение управления инновационной средой позволяет руководству формировать условия, при которых рождаются и эффективно реализуются новые идеи, повышая конкурентоспособность предприятия. Понимание особенностей в этой области помогает оптимально распределять ресурсы и снижать риски неудачных инновационных проектов, а знание механизмов мотивации и организационной культуры способствует вовлечению сотрудников в инновационную деятельность и увеличению количества внутренних предложений по ее улучшению. Кроме того, изучение показателей и инструментов оценки эффективности инновационной среды обеспечивает объективную корректировку стратегии и масштабирование успешных решений.

Данные положения актуализируют тему настоящего исследования, целью которого является определение особенностей управления инновационной средой предприятия и разработка методического подхода к формированию стратегии управления этой средой, обеспечивающей повышение инновационной активности, вовлеченности персонала и доли дохода от новых продуктов.

В качестве методов и материалов исследования выступили: аналитический обзор научной литературы по проблематике инновационной среды, управления инновациями. В качестве литературных источников выбраны те, которые имеют наибольшую цитируемость в Научной электронной библиотеке elibrary.ru.

Методами исследования выступили: качественный анализ литературы, сравнительный анализ, классификация и типология, а также авторский подход к формированию матрицы соотнесения стратегий и критериев.

Управление инновационной средой предприятия представляет собой процесс создания, развития и поддержки условий, способствующих появлению, внедрению и тиражированию новаторских идей, технологий и решений. Инновационная среда охватывает большой комплекс внутренних и внешних элементов и факторов, влияющих на способность предприятия к инновационному развитию, а потому управление инновационной средой характеризуется предприятия должно обладать системностью, гибкостью и адаптивностью, ориентацией на результат, проактивностью [14]. Анализ работ современных исследователей показал, что

многие авторы отождествляют понятие «управление инновациями» и «управление инновационной средой» предприятия, однако мы видим существенное отличие между ними. Так, управление инновациями фокусируется на конкретных инновационных проектах и их жизненном цикле, тогда как управление инновационной средой – на создании условий и систем, которые обеспечивают постоянный приток и эффективную реализацию таких проектов. В таблице 1 представим сравнение этих понятий по комплексу оснований.

Таблица 1

Сравнительная характеристика сущности понятия «управление инновациями» и «управление инновационной средой» предприятия

Основание сравнения	Управление инновациями предприятия	Управление инновационной средой предприятия
Цель	Успешная реализация конкретных инноваций	Формирование устойчивой системы и культуры, обеспечивающей появление, развитие и тиражирование инноваций
Объект управления	Проекты, отдельные разработки, портфель инноваций	Структура предприятия, процессы, мотивация, ресурсы, внешние связи
Временной горизонт	Оперативно-тактический и проектный	Стратегический и долговременный
Инструменты и механизмы	Проектный менеджмент, бюджетирование проектов, прототипирование, тестирование	Кадровая политика, корпоративная культура, системы мотивации, партнерские сети, финансирование
Критерии успеха	Сроки, качество, соответствии требованиям рынка, возраст инвестиций	Уровень инновационной активности, число реализованных идей, вовлеченность персонала, доля дохода от новых продуктов
Роль руководства	Проектные менеджеры, руководитель команды отвечает на выполнение задач	Топ-менеджмент формирует стратегию, культуру и поддержку инициатив на уровне всего предприятия

Источник: составлено автором

Таким образом, отметим, что управление инновациями ориентировано на реализацию конкретных проектов и достижение измеримых результатов по каждому из них, тогда как управление инновационной средой фокусируется на создании долгосрочных условий, культуры и инфраструктуры, обеспечивающих постоянный приток идей. Первое требует проектного менеджмента и тактического контроля, второе – стратегического видения, кадровой политики и систем мотивации. По нашему мнению, несмотря на существенные отличия понятий, вместе они дополняют друг друга: развитая инновационная среда повышает шансы успешной реализации проектов, а успешные инновации укрепляют и легитимируют среду. Поэтому изучение функций управления инновационной средой важно: во-первых, оно помогает понять, какие конкретные управленческие задачи необходимо решить для формирования среды, во-вторых, какие механизмы и инструменты использовать, в-третьих, как согласовать их между собой. Знание функций управления инновационной средой дает практические ориентиры для разработки стратегии, распределения ресурсов и оценки эффективности, обеспечивая переход от абстрактной идеи «создать инновационную среду» к конкретным действиям и измеримым результатам.

К числу основных функций управления инновационной средой относятся: стратегическое планирование (формирование долгосрочного видения инновационного развития и определение приоритетных направлений исследований и разработок) [7]; разработка организационной культуры (формирование ценностей и норм, стимулирующих инициативность и креативность, тесное взаимодействие между сотрудниками при разработке инноваций) [18]; ресурсное обеспечение (обеспечение доступности требуемых ресурсов) [16]; институционализация процессов (разработка и обеспечение эффективного функционирования структур управления инновационной средой) [12]; мотивация и управление кадрами (разработка карьерных траекторий, внедрение систем материального и нематериального стимулирования, обучающих программ) [2]; контроль, мониторинг и оценка эффективности [5].

Изучение функций управления инновационной средой выявляет ключевые управленческие задачи и роли, которые необходимо выполнять для поддержания инновационной активности. Понимание этих функций позволяет перейти к конкретизации структурных элементов и инструментов, а именно тех компонентов системы управления, которые реализуют стратегическое видение, культуру, ресурсы и процессы на практике. Таким образом функции задают требования и критерии отбора для формирования составных частей системы управления инновационной средой.

С нашей точки зрения, управление инновационной средой предприятия – это целенаправленный, системный процесс создания, поддержания и развития внутренней и внешней среды организации, стимулирующей генерацию и коммерциализацию новых идей, технологий и бизнес–моделей, включая формирование организационной культуры инноваций, обеспечение ресурсной и институциональной поддержки, внедрение управленческих механизмов, установление внешних связей и постоянный мониторинг условий и результатов для быстрой адаптации и масштабирования успешных инноваций в интересах устойчивого конкурентного развития предприятия. Исходя из данного определения, становится очевидным, что управление инновационной средой – это комплексная практическая задача, требующая конкретных компонентов и инструментов для ее реализации, а описание составляющих системы управления необходимо, чтобы превратить стратегическое намерение в управляемые элементы. Представляется, что только через детальную проработку этих элементов можно обеспечить согласованность действий, измеримость результатов и оперативную адаптацию практик к меняющимся внутренним и внешним условиям. Авторская позиция в отношении ключевых составляющих системы управления инновационной средой предприятия выражается в следующем (рисунок 1).

Рисунок 1 – Составляющие системы управления инновационной средой предприятия
Источник: составлено автором

Эффективное управление инновационной средой предприятия требует системного подхода, где все составляющие существуют согласованно. Представляется, что ядром инновационной системы является целостная корпоративная культура, поддерживаемая руководством. Они, в свою очередь, влияют на готовность организации инвестировать в инновационные проекты. Наличие четкой и понятной всем сотрудникам организации инновационной стратегии, эффективно включенной в общую стратегию предприятия, необходимо для того, чтобы превратить разрозненные идеи в усилия в системную, целенаправленную деятельность, которая позволит принести устойчивые результаты предприятию.

Такие организационные элементы, как R&D, инновационные центры, офисы трансфера технологий, акселераторы, проектные команды и процессы обеспечивают последовательность от зарождения инновационной идеи до ее коммерциализации. Ключом к поддержанию эффективной инновационной среды является человеческий капитал: компетенции сотрудников, способность к кросс-функциональному взаимодействию. Без развитого человеческого капитала система управления инновационной средой теряет способность генерировать и коммерциализировать инновации, поэтому вложения в компетенции и межфункциональное взаимодействие можно назвать базовым приоритетом.

Наличие качественных, доступных ресурсов повышает скорость реализации инноваций, снижает неопределенность и риск, увеличивает масштабируемость успешных решений и обеспечивает устойчивость инновационной активности предприятий. Гибкость предприятия при адаптации к изменениям повышают партнерства с научными учреждениями, бизнесом, стартапами, инвесторами, органами власти и управления, рынками и любыми заинтересованными в развитии инноваций сторонами, следовательно, развитие внешних связей и экосистемы является ключевой составляющей системы управления инновационной среды. С нашей точки зрения, по отношению к каждой составляющей необходима разработка механизма оценки, включая систему KPI для инновационной деятельности и процедуры оценки рисков.

Изучение элементов системы управления инновационной средой дает практическую базу для понимания того, какие внутренние возможности и ограничения существуют у предприятия. На этой основе возможна разработка стратегий управления, обеспечивающая согласованность действий всех участников инновационной среды.

Управление инновационной средой предприятия является многомерной задачей, требующей сочетания организационных, финансовых, цифровых и иных мер. Существует множество стратегий управления начиная от тех, которые ориентированы на постепенные улучшения до

нацеленных на прорывные инновации и создание экосистем. Выбор конкретной зависит от многих условий и факторов, а потому универсальной стратегии быть не может. В российских реалиях эффективность выбора стратегии достигается через комбинирование открытых инноваций, платформенного взаимодействия, цифровых методов R&D и развития человеческого капитала с учетом региональной специфики.

В работах ученых рассматриваются различные стратегии управления инновационной средой предприятия с анализом условий их применения, инструментов и эффектов. К числу ключевых стратегий следует они относят следующие. Во-первых, коллаборации и развитие открытых инноваций. Открытая инновационная практика предполагает «активный поиск перспективных идей во внешней среде, совместные исследования и создание инноваций с другими партнерами, а также стратегическое использование прав на интеллектуальную собственность» [10, с. 17]. Во-вторых, платформенный подход и участие в экосистемах. Так, И. В. Романова, А. В. Игишев позиционируют инновационные экосистемы как «стратегический инструмент, эффективность которого детерминируется интенсивностью и качеством кооперации между всеми заинтересованными участниками инновационного процесса» [17, с. 52]. В-третьих, гибридные научные исследования, предполагающие сочетание традиционных лабораторных исследований с цифровыми методами (машинное обучение, цифровые двойники и др.), что позволяет сэкономить время и ресурсы, повысить точность прогнозов. В-четвертых, формирование инновационной культуры, выступающей «критическим фактором успешного инновационного развития» [3, с. 211]. В-пятых, быстрое пилотное масштабирование, заключающееся в быстром тестировании продуктов на стадии MVP на ограниченных рынках с последующим ускоренным тиражированием успешных решений [13]. В-шестых, диверсификация источников финансирования инноваций, путем сочетания собственных средств, грантов, инвестиций, банковских продуктов и др., что позволяет снизить зависимость от одного источника и повысить гибкость инновационной деятельности [9].

Обобщение различного вида инновационных стратегий, предлагаемых учеными, позволило разработать четыре типовых вида и набор критериев для их выбора и оценки (таблица 2).

Таблица 2
Предлагаемые типовые стратегии управления инновационной средой предприятия

Название стратегии	Краткая характеристика	Критерии выбора и оценки
Последовательное улучшение – №1	Повышенное внимание уделяется постепенному улучшению продуктов и процессов. Это инновации среднего или низкого уровня риска, направленные на повышение эффективности деятельности и снижение затрат.	1. Степень зрелости рынка и продукта. 2. Наличие ограниченных внутренних ресурсов и низкая терпимость к риску. 3. Доля инноваций, направленных на оптимизацию процессов. 4. Время возврата инвестиций. 5. Показатели эффективности (снижение себестоимости, рост производительности, улучшение качества). 6. Уровень вовлеченности сотрудников.
Адаптивная трансформация – №2	Быстрая адаптация к меняющимся условиям рынка и технологий на основе гибридного сочетания улучшений и значительных изменений. Активное использование внешних связей и цифровых инструментов.	1. Динамичность внешней среды и скорость технологических изменений. 2. Необходимость перестройки бизнес моделей или каналов сбыта. 3. Ресурсная способность к быстрым экспериментам. 4. Показатели эффективности (количество успешно завершенных пилотных проектов, доля выручки от новых (обновленных) продуктов, скорость вывода на рынок). 5. Гибкость организационной структуры. 6. Готовность к экспериментам и частым итерациям.
Прорывные инновации – №3	Целенаправленное инвестирование в радикальные технологии, новые продукты или платформенные решения с высоким потенциалом роста. Ориентация на создание новых рынков или содействие значительному изменению существующих.	1. Наличие намерения диверсифицировать бизнес или захватить новые рынки. 2. Доступ к высоким интеллектуальным и финансовым ресурсам. 3. Толерантность руководства к длительным временным горизонтам и высокой доле неудач. 4. Показатели оценки (число патентов, научных публикаций, рост доли новой выручки в долгосрочной перспективе, рыночные доли в новых сегментах). 5. Наличие механизмов защиты и коммерциализации.
		6. Готовность к внешнему сотрудничеству.
Эко–системное партнерство – №4	Формирование и активное управление внешней инновационной экосистемой. Ориентация на совместные разработки и кооперацию.	1. Потребность во внешних ресурсах и быстрый доступ к ним. 2. Ограниченность внутренних R&D ресурсов и желание разделить риски. 3. Показатели оценки (количество партнерских соглашений, успешных совместных проектов, скорость интеграции внешних разработок, вклад партнеров в выручку). 4. Развитость переговорных и контрактных механизмов, способность к управлению сетями. 5. Уровень доверия и совместной культуры с партнерами. 6. Наличие инфраструктуры для взаимодействия.

Источник: разработано автором

Выбор стратегии должен базироваться на сочетании внешних условий и внутренних возможностей. При этом в приоритете находится комбинирование стратегии и их разное сочетание по портфелям инвестиционных проектов. Для выбора стратегии, либо соотнесения текущих параметров деятельности предприятия с критериями соответствия стратегии, предлагается использовать матрицу следующего вида: (рисунок 2).

Критерии	Состояние критерия		
	Низкое	Среднее	Высокое
Динамичность внешней среды	1	2	2, 3
Толерантность к риску руководства	1	2, 4	3
Финансовые ресурсы для долгосрочных вложений	1, 4	2, 4	3
Доступность человеческого капитала и ключевых компетенций	4	1, 2	3, 2
Наличие инфраструктуры для R&D и прототипирования	4, 1	2	3
Необходимость быстрой реакции на рынок (скорость вывода)	1	2	2, 4
Готовность к открытому сотрудничеству	1	2	4
Требуемые сроки возврата инвестиций	1	2, 4	3
Культурная готовность к экспериментам и принятию неудач	1	2	3, 4

Рисунок 2 – Матрица соотнесения стратегий и критериев
Примечание: цифра означает номер стратегии в соответствии с таблицей 2
Источник: разработано автором

По каждому критерию осуществляется сопоставление и в том случае, если получены неоднозначные результаты, предлагается выбор комбинированного подхода: например, для основного хозяйственного процесса можно выбрать последовательное улучшение, а для получения доступа к внешним ресурсам – эко-системное партнерство.

Таким образом, следует сделать выводы о том, что управление инновационной средой предприятия является системной задачей, направленной на создание условий для постоянного притока и реализации инновационных идей. Эффективная инновационная среда сокращает время выхода инноваций на рынок, снижает затраты на их разработку и повышает вероятность коммерческого успеха. Корпоративная культура выступает ядром системы управления инновационной средой, задавая ценности и поведение, стимулирующие инициативность и креативность, а функции управления определяют практические задачи по формированию среды. Различие между управлением инновациями и управлением инновационной средой подчеркивает необходимость сочетания тактических проектных практик и стратегического видения.

Литература

1. Бажанова М.И., Кувшинов М.С. Факторы формирования эффективной инновационной среды промышленного предприятия для Industry 4.0 // Вестник Южно–Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2019. – Т. 13. – № 1. – С. 110–119.

2. Баранова И.П., Баутин А.А., Комаров С.П. Мотивация персонала в инновационной деятельности // Российский экономический интернет–журнал. – 2023. – №8.

3. Благославова Е.В., Сердюкова Л.О. Инновационная культура как фактор инновационного развития организации // Островские чтения. – 2014. – № 1. – С. 210–213.

4. Божков Ю.Н. Инновационная бизнес–среда и ее влияние на систему управления человеческим капиталом промышленного предприятия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 5. – С. 281–285.

5. Бонцевич В.Н. Мониторинг инновационной активности предприятий как инструмент анализа их хозяйственной деятельности // Вестник экономической интеграции. – 2007. – № 2. – С. 18–24.

6. Гилева Т.А., Галимова М.П., Хуссамов Р.Р. Модель стратегически ориентированного проектирования инновационной инфраструктуры предприятия в цифровой среде // Вопросы инновационной экономики. – 2023. – Т. 13. – № 3. – С. 1495–1512.

7. Иванов И.И. Стратегическое управление инновационным развитием предприятия // Менеджмент и инновации. – 2018. – №8(152). – С. 60–70.

8. Кобзева А.Г., Ченцова Е.П. Инновационная среда: теоретический обзор исследований // Казанская наука. – 2014. – № 12. – С. 77–79.

9. Комиссаров А.Г. Малые инновационные предприятия и методы их финансирования в России // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2011. – № 6. – С. 55–58.

10. Ламберт Р., Френц М. Открытые и закрытые инновации: сравнительный анализ национальных практик // Форсайт. – 2008. – Т. 2. – № 3. – С. 16–31.

11. Лапаева М.Г., Лапаев С.П. Формирование кластерной модели управления инновационными процессами в регионе // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 8 (183). – С. 91–97.

12. Матвеева М.А. Механизмы управления инновационной деятельностью в экономических системах // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2006. – №3(7). – С. 15–18.

13. Мхитарян А.Ю. Методология применения инструментов стандартизации для ускорения трансфера инноваций // Век качества. – 2020. – №1. – С. 12–23

14. Нефедова Ю.В. Управление инновационной средой в условиях развития современного предпринимательства // Инновационное развитие экономики. – 2021. – № 1 (61). – С. 24–29.

15. Ноздрин В.В. Инновационная среда: содержание, сущность, базовые принципы // Актуальные вопросы экономических наук. – 2011. – № 21–1. – С. 137–144.

16. Похилько В.И. Ресурсное обеспечение инновационных проектов // Ресурсосбережение. Эффективность. Развитие. Сборник материалов научно–практической конференции студентов и молодых ученых к 30–летию кафедры экономики предприятия. Под общей редакцией С.Н. Крапивницкой. 2015. – С. 243–247.

17. Романова И.В., Игишев А.В. Инновационные экосистемы и кластеры высокотехнологичных предприятий: факторы успеха // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 14. – № 3 (156). – С. 50–62.

18. Степанова Ж.Д. Инновационная корпоративная культура на инновационных предприятиях // Казанский Инновационный университет им. В.Г. Тимирясова. – 2019. – №34. – С. 301–315.

19. Шарипов Ф.Ф., Сюй М. Теоретические аспекты цифровизации производственных процессов // Путеводитель предпринимателя. – 2023. – Т. 16. – № 4. – С. 43–50.

Fundamentals of Developing an Enterprise Innovation Environment Management Strategy

Mukhametyanova A.R.
Ufa State Petroleum Technological University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

Developing an effective innovation environment is becoming a key factor in enhancing enterprise competitiveness, reducing the time to market for innovations and enhancing operational sustainability. The purpose of this study is to identify the specific features of enterprise innovation environment management and develop a methodological approach to formulating an environment management strategy that ensures increased innovation activity, employee engagement, and the share of revenue from new products. The study provides a unique definition of the concept of «enterprise innovation environment management»; highlights key functions and elements of the management system; proposes a typology of enterprise innovation environment management strategies and a matrix for correlating strategies with their selection criteria.

Keywords: enterprise, innovation, innovation environment, management, strategy, selection criteria.

References

1. Bazhanova M.I., Kuvshinov M.S. Factors of Formation of an Effective Innovative Environment of an Industrial Enterprise for Industry 4.0 // Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. – 2019. – Vol. 13. – No. 1. – P. 110–119.

2. Baranova I.P., Bautin A.A., Komarov S.P. Personnel Motivation in Innovative Activities // Russian Economic Internet Journal. – 2023. – No. 8.

3. Blagoslavova E.V., Serdyukova L.O. Innovative Culture as a Factor in Innovative Development of an Organization // Ostrovsky Readings. – 2014. – No. 1. – P. 210–213.

4. Bozhkov Yu.N. Innovative business environment and its impact on the human capital management system of an industrial enterprise // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2015. – No. 5. – P. 281–285.

5. Bontsevich V.N. Monitoring the innovative activity of enterprises as a tool for analyzing their business activities // Bulletin of Economic Integration. – 2007. – No. 2. – P. 18–24.

6. Gileva T.A., Galimova M.P., Khussamov R.R. Model of strategically oriented design of innovative infrastructure of an enterprise in a digital environment // Issues of Innovative Economics. – 2023. – Vol. 13. – No. 3. – P. 1495–1512.

7. Ivanov I.I. Strategic management of innovative development of an enterprise // Management and Innovations. – 2018. – №8(152). – P. 60–70.

8. Kobzeva A.G., Chentsova E.P. Innovative environment: Theoretical review of research // Kazan science. – 2014. – № 12. – P. 77–79.

9. Komissarov A.G. Small innovative enterprises and methods of their financing in Russia // MIR (Modernization. Innovations. Development). – 2011. – № 6. – P. 55–58.

10. Lambert R., Frenz M. Open and closed innovations: A comparative analysis of national practices // Foresight. – 2008. – Vol. 2. – № 3. – P. 16–31.

11. Lapayeva M.G., Lapaev S.P. Formation of a Cluster Model for Managing Innovation Processes in the Region // Bulletin of the Orenburg State University. – 2015. – No. 8 (183). – P. 91–97.

12. Matveeva M.A. Mechanisms for Managing Innovation Activity in Economic Systems // Management of Economic Systems: Electronic Scientific Journal. – 2006. – No. 3 (7). – P. 15–18.

13. Mkhitaryan A.Yu. Methodology for Applying Standardization Tools to Accelerate Innovation Transfer // The Century of Quality. – 2020. – No. 1. – P. 12–23

14. Nefedova Yu.V. Managing the Innovation Environment in the Context of Modern Entrepreneurship Development // Innovative Development of the Economy. – 2021. – No. 1 (61). – P. 24–29.

15. Nozdrin V.V. Innovative environment: content, essence, basic principles // Current issues in economic sciences. – 2011. – No. 21–1. – P. 137–144.

16. Pokhilko V.I. Resource provision of innovative projects // Resource conservation. Efficiency. Development. Collection of materials from the scientific and practical conference of students and young scientists for the 30th anniversary of the Department of Enterprise Economics. General editor S.N. Krapivnitskaya. 2015. – P. 243–247.

17. Romanova I.V., Igishev A.V. Innovative ecosystems and clusters of high-tech enterprises: success factors // Economy and management: problems, solutions. – 2025. – Vol. 14. – No. 3 (156). – P. 50–62.

18. Stepanova Zh.D. Innovative corporate culture in innovative enterprises // Kazan Innovation University named after V.G. Timiryasov. – 2019. – No. 34. – Pp. 301–315.

19. Sharipov F.F., Xu M. Theoretical aspects of digitalization of production processes // Entrepreneur's Guide. – 2023. – Vol. 16. – No. 4. – P. 43–50.

Искусственный интеллект – новая технологическая революция и новый вызов для человечества

Пешкова Галина Юрьевна
доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры международного предпринимательства, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, prorruk@guap.ru,

Швец Яна Олеговна
директор Инженерной школы, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, shvjane@guap.ru

Искусственный интеллект становится движущим фактором изменения социальной и институциональной сред и базой для создания нового технологического уклада, постепенно переходя из технологической повестки в политическую. В статье предложена к рассмотрению авторская модель оценки экономического эффекта внедрения ИИ. Проведённый авторами анализ рисков использования ИИ позволил сформировать уникальную матрицу мер реагирования, которая включает технологические, регуляторные и социально-адаптационные инструменты управления рисками.
Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), ИИ-агент, ИИ-ассистент, цифровизация, цифровые технологии, генеративный ИИ, управление данными.

Искусственный интеллект (далее – ИИ) – ключевая технология, которая формирует будущее мировой экономики, это стратегический актив для государства. За последние годы технологии ИИ стали доминирующей составляющей цифровой экономики. Они же формируют ее основные характеристики не менее, чем на ближайшую и среднесрочную перспективы.

ИИ предопределил изменения социальной и институциональной сред, являясь движущим фактором зарождения нового технологического уклада. Цифровизация является мощным современным трендом и обязательным инструментом прорывного развития практически во всех областях. Цифровые технологии на практике доказали свою способность кардинально повысить эффективность управленческих и технологических процессов, значительно усилить конкурентоспособность пользователей на рынке.

Цифровизация прогрессирует в высоком темпе под влиянием дальнейшего развития технологий и внедрения инноваций, а ИИ стал ядром этого процесса. Два-три года назад невозможно было представить использование ИИ в сфере государственного управления, а сегодня в Российской Федерации – это свершившийся факт.

Повсеместное массовое применение ИИ, по словам эксперта Валдайского клуба Анны Сытник, перевело его из технологической повестки в политическую [1]. Огромный рывок в развитии искусственного интеллекта, произошедший в 2025-м году привел международную общественность к необходимости разработки региональных и глобальных политических стратегий использования этого мощнейшего инструмента.

Цифры говорят сами за себя. Так президент США Дональд Трамп в первые дни своей очередной каденции объявил о реализации новой инициативы Stargate, крупнейшего в истории человечества проекта по созданию инфраструктуры для ИИ стоимостью 500 млрд. долларов.

Грандиозный план разработан у Китая. Его цель – к 2030-му году внедрить ИИ в 90% экономики страны.

Не менее амбициозную задачу поставил перед правительством и специалистами президент Российской Федерации Владимир Путин в ноябре 2025-го года во время проведения десятой Международной конференции по искусственному интеллекту и машинному обучению Artificial Intelligence Journey 2025. В соответствии с ним, к 1 июля 2026 года в России планируют сформировать национальный план внедрения генеративного искусственного интеллекта в масштабах всей страны. Целью стратегии является всеобъемлющая, но контролируемая интеграция ИИ технологий в экономику страны и в систему государственного управления. Совокупный вклад в ВВП Российской Федерации от внедрения этой технологии по прогнозным оценкам института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ [2] указан на Рисунке 1.

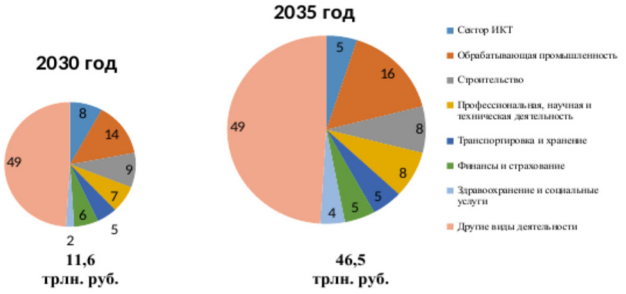


Рисунок 1 – Прогнозный экономический эффект от внедрения технологий ИИ, % вклада каждой отрасли [2]

Для анализа влияния искусственного интеллекта на экономику России предложена авторская модель оценки экономического эффекта внедрения ИИ, которая основана на сочетании экспоненциальной аппроксимации краткосрочного роста и логистической S-образной функции долгосрочного технологического развития. За основу взяты прогнозные оценки Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ, согласно которым совокупный вклад ИИ в ВВП Российской Федерации может составить 11,6 трлн руб. к 2030 году и 46,5 трлн руб. к 2035 году [2].

Предложенная модель позволяет не только интерполировать динамику роста экономического эффекта, но и учесть особенности диффузии

инноваций, характеризующейся ускорением на начальных этапах и последующим замедлением по мере насыщения экономики технологиями.

Результаты моделирования представлены на рисунке 2, который отражает совокупный прогноз экономического эффекта внедрения технологий искусственного интеллекта.

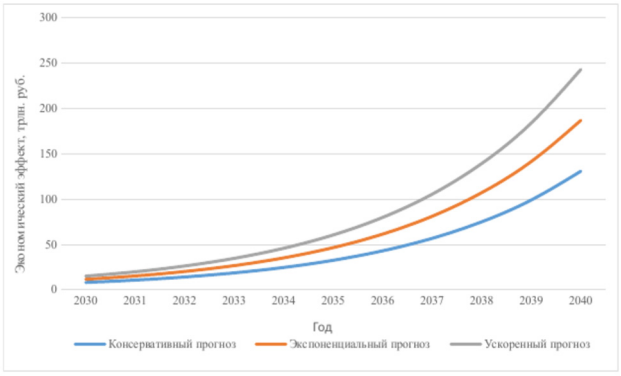


Рисунок 2 — Прогноз экономического эффекта внедрения технологий искусственного интеллекта
Составлено авторами

Представленная на рисунке 2 модель показывает ускоренный рост экономического эффекта ИИ с последующим замедлением, где наибольший эффект ожидается в промышленности и строительстве.

В 2025-м году в мире произошел значительный рывок в развитии ИИ, связанный с тем, что ИИ научился не только перерабатывать огромные массивы информации, но и самостоятельно «рассуждать», проверять себя и только потом планировать последующие шаги, т.е. появились так называемые ИИ-агенты – интеллектуальные системы, способные понимать сложные, многокомпонентные задачи и автономно их решать, в отличие от ИИ-ассистентов, которые выполняют простые, конкретные запросы в соответствии с заранее заложенным алгоритмом.

Колоссальное проникновение технологий ИИ в подавляющее число сфер деятельности человека привело к естественному результату. Международная политика в области ИИ претерпевает бум, как на региональном, так и на глобальном уровнях. Не смог оставить без внимания этот вопрос даже самый главный международный орган развития сотрудничества между государствами.

В 2025-м году Генеральная Ассамблея ООН учредила своей резолюцией Научную панель по ИИ и Глобальный диалог по управлению ИИ, который в 2026-м году переходит в режим постоянной работы. Европейский союз разработал Стратегические рамки плана действий «ИИ-континент» и Стратегии внедрения ИИ, ориентированные на инфраструктуру. Акт об ИИ, утвержденный в ЕС, полностью вступит в действие со 2 августа 2026 года. Африканский союз определил ИИ, как стратегический приоритет.

Латинская Америка подготовила Межамериканский рамочный документ по управлению данными и ИИ. БРИКС встроила ИИ в рамку управления для Глобального Юга и так далее.

Интерес ведущих мировых политических структур к данному процессу абсолютно понятен. Помимо того, что невиданными темпами идет внедрение ИИ практически во все сферы интересов человечества, перспективы роста мирового ВВП благодаря применению ИИ могут дать феноменальные результаты. По мнению Дженсена Хуанга - главы самой дорогой в мире публичной компании Nvidia, рост мирового ВВП от сегодняшних 100 трлн. долларов может привести к показателю 500 трлн. долларов в ближайшем будущем [3].

В 2026-м году на развитие искусственного интеллекта по данным Financial Times будет потрачено не менее 400 млрд. долларов. Приоритетным становится направление на развитие устройств, для полноценной работы которых не нужен человек: мощные нейросети, антропоморфные роботы, умные дома. Такие автономные агенты смогут получат возможность принимать решения самостоятельно. По оценкам аналитиков, это позволит сократить операционные расходы организаций на 30-50%, а синтетический контент займет почти 90% интернета [3].

ИИ стал стандартным инструментом маркетологов. Крупнейший мировой сервис для хостинга GitHub подсчитал, что уже сейчас 68% разработчиков используют ИИ-ассистентов, благодаря чему производительность их труда выросла на 40-60%. При использовании ИИ в юриспруденции для решения рутинных задач: анализа контрактов, поиска прецедентов, составления различных документов и т.д., юристы экономят до 70% рабочего времени. Если пару лет тому назад большинство корпоративных пользователей воспринимали ИИ-ассистентов, как интересный эксперимент, воспринимая его, как вспомогательный инструмент для работы сотрудников (подготовка типовых писем, чат-бот для сотрудников), то к 2026-му году ситуация кардинально изменилась. Бизнес перестал воспринимать ИИ, как отдельный инструмент. Искусственный интеллект в современных корпоративных структурах теперь используется, как часть операционной модели, которая встраивается в CRM, BMP-системы, активно применяется для управления массивами данных.

По прогнозу аналитиков из McKinsey к концу 2026-го года 40% корпоративных приложений будут включать специализированных ИИ-ассистентов, против 5% в 2025-м году. Их коллеги из Deloitte считают, что к 2027-му году 50% предприятий с генеративным ИИ будут использовать автономных ИИ-агентов, что превысит показатель 2025-го года в два раза. Масштаб и прогрессию использования ИИ-технологий можно оценить, опираясь на данные, предоставленные компанией Open AL. Более 500 млн обращений в день к услугам ChatGPT наблюдалось весной 2025-го года. В июле того же года количество ежедневных запросов достигло планки 2,5 млрд в день [4].

Указ Президента Российской Федерации «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», утвердивший Национальную политику развития ИИ в 2020–2030 г., вышел в свет 10 октября 2019-го года. Согласно «Национальной стратегии развития ИИ до 2030-го года» федеральный бюджет планирует вложить в развитие соответствующих технологий 33,3 млрд.руб., еще 112, 6 млрд.руб. будут привлечены из внебюджетных источников. В рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» для поддержки стартапов государство выделило на 2024-2026 годы 15,7 млрд.руб. Для систематизации внедрения ИИ по всей стране правительством сформирован Центр развития искусственного интеллекта. Кроме того, в августе 2025-го года Минцифры России завершило разработку проекта концепции регулирования искусственного интеллекта до 2030 года [5]. Дополнительно в феврале 2026-го года оно же сообщило о подготовке создания оперативного штаба для ускоренного внедрения ИИ. В ближайшее время должен выйти соответствующий указ президента.

В свете указанных решений крупные игроки отечественного рынка, например такие, ка Сбер, МТС, Яндекс, запускают собственные ИИ-платформы, а малый и средний бизнес внедряет готовые решения, адаптируя их к собственным потребностям.

Активно развивается внедрение ИИ в российском госсекторе. Он используется в системе управления и мониторинга национальными проектами и государственными программами, что значительно повышает эффективность работы правительственных органов и ускоряет цифровизацию аппарата. Одним из ярких примеров использования ИИ, является портал государственных услуг, не имеющий аналогов во всем мире. По данным исследования Ассоциации больших данных, которая объединяет Сбер, Яндекс, VK и др., объем российского рынка ИИ и Big Data составил в 2024-м году 433 млрд. руб., а в 2025-м году должен, по предварительным расчетам, достигнуть 520 млрд. руб., что на 20 % выше предыдущего результата. Прогноз на ближайшие пять лет показывает, что аналогичные темпы будут сохраняться [6].

Цифровые технологии предоставили нам широкие возможности адресного удовлетворения различных запросов в любом месте и в максимально короткие сроки, они дают доступ к получению экстренной помощи вне географической привязки и многое другое. Одновременно, это серьезный вызов современному обществу [7].

Аналитический центр при правительстве Российской Федерации совместно с ВЦИОМ по результатам опроса граждан сформировали перечень опасений, высказанных респондентами, которые уже сейчас вызывают беспокойство российских граждан (Рисунок 3).

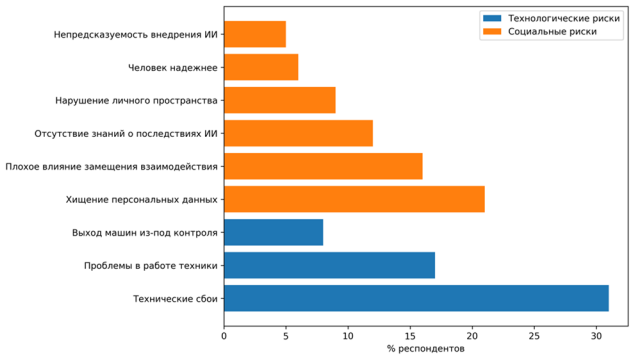


Рисунок 3 – Риски использования ИИ, %

Несмотря на все плюсы использования технологий ИИ в повседневной жизни, при осуществлении бизнес-процессов и организации работы систем управления, скорость и неизбежная гонка за конкурентами при внедрении инноваций приводят к повышенным рискам. Условно их можно разделить на две группы: риски технологические и риски социальные.

К технологическим можно отнести следующие позиции:

1. Высокие инфраструктурные расходы, дефицит вычислительных мощностей;
2. Нарастающая нехватка данных для обучения следующего поколения генеративных моделей;
3. Ошибочные обучающие данные;
4. Отсутствие прозрачности алгоритмов работы ИИ;
5. Несанкционированная утечка информации;
6. Потеря человеческого контроля в ходе процесса исполнения задач из-за недоступной для человеческого мозга скорости исполнения операций;
7. Возможность получения ошибочных решений, что особенно критично в вопросах, связанных с человеческой жизнью;
8. Вопросы, связанные с обеспечением кибербезопасности, в том числе:
   - уязвимость машинного обучения и программного обеспечения;
   - кибератаки на критическую инфраструктуру;
   - автоматизация кибератак с помощью ИИ;
   - конвергенция (слияние) технологий ИИ с другими новейшими технологиями (например, недружественное использование слияния ИИ с квантовыми вычислительными машинами, может полностью уничтожить существующие системы криптозащиты);
   - инсайдерские кражи.
9. Выпуск и применение недоработанных и небезопасных систем и алгоритмов по причине спешки из-за конкурентной гонки среди разработчиков;
10. Нехватка электроэнергии, меди, технической воды и связанный с этим вред окружающей среде в результате колоссального потребления их центрами обработки данных в гигантских количествах;
11. Технические сбои;
12. Нехватка специалистов.

К социологическим можно отнести следующие позиции:

1. Отсутствие законодательной базы и нормативных актов вызывает большие проблемы в регулировании вопросов, связанных с применением ИИ-технологий, размывает ответственность за последствия негативных решений, даже в случаях, приводящих к летальным исходам;
2. Манипулирование общественным мнением в локальном и глобальном масштабах, вплоть до организации смены государственного правительства и социального строя, т.е. частичное или полномасштабное участие в политических процессах с целью получения нужных решений;
3. Возможность причинения массового вреда людям при использовании ИИ в военных целях, в системах обеспечения безопасности, в структурах обеспечивающих здоровье людей;
4. Глобальное неравенство среди населения планеты в доступе к использованию ИИ. Концентрация технологической власти сосредоточена в руках нескольких корпораций. 70% патентов в области ИИ принадлежат пяти IT-гигантам;
5. Дискриминация людей по непрозрачным принципам, определенных машинным мышлением, часто основанных на расовых и половых признаках;
6. Персонализированная дезинформация, предоставляемая искусственным интеллектом, основанная на существующих предубеждениях людей, может не соответствовать объективной реальности;
7. Использование персональных данных без согласия их правообладателей;
8. Глубокое проникновение государства в частную жизнь человека;
9. Мошенничество с целью получения личных выгод;
10. Негативное влияние на рынок труда, сокращение рабочих мест.

Технические проблемы конечно же оказывают существенное влияние на работу систем с ИИ, но они находят свое решение с дальнейшим развитием технологий. Сложнее с социальными проблемами. Учитывая опыт зарубежных стран и темпы развития ИИ в России, наиболее оптимальным для их решения представляется совершенствование механизма саморегулирования, сохраняющего баланс между введением регуляторных правил и обеспечением возможности для дальнейшего развития технологий.

Наибольшее количество вопросов порождает перспектива постепенного лишения человека полномочий, гражданских прав, ограничения свободы, безопасности жизни и потенциального вымирания вследствие роста возможностей искусственного интеллекта и появления в обозримом будущем сверхразумного ИИ.

По мнению основателя SpaseX Илона Маска, ряд современных разработок интеллектуальных технологических систем уже приближается к уровню сложности, при котором общество может утратить контроль над ними, что может привести к серьезным проблемам и потере безопасности. В первую очередь вызывает тревогу использование их в критически важных сферах жизнедеятельности общества (оборона, здравоохранение, энергетика, финансы и пр.).

В 2025-м году появилось открытое письмо, которое подписали более тысячи знаменитых людей, ученых и общественных деятелей с призывом установить запрет на разработку искусственного сверх интеллекта. Именно отсутствие эффективных мер безопасности стало побудительным мотивом для написания этого обращения. Ограничение предлагается установить до появления реального механизма контроля и достижения широкого научного и общественного консенсуса по данному предмету обсуждения. Пока подписанты ждут положительного решения со стороны международных организаций [8].

Еще одной сложной и, касающейся напрямую каждого, является проблема, связанная с влиянием внедрения ИИ-технологий на рынок труда. По данным аналитиков McKinsey Global Institute, исследовательского подразделения международной консалтинговой компании McKinsey & Company, в ближайшие десять лет новые технологии помогут сэкономить на рабочей силе порядка 50 трлн. долларов, а 50% всей выполняемой человечеством работы можно автоматизировать уже сейчас. Т.е. искусственный интеллект способен изменить глобальную экономику и в значительной мере переформатировать рынок труда.

В соответствии с отчетом Международного валютного фонда [9], степень влияния новых технологий, с точки зрения замены человеческого ресурса на машинный интеллект, предельно высока в следующем спектре профессий:

- 90–100%: Телемаркетологи, операторы колл-центров;
- 60–90%: Работники почтовых служб;
- 60–80%: Банковские клерки, кассиры;
- 50–80%: Офисные работники, бухгалтеры;
- 50–75%: Копирайтеры;
- 50–70%: Фармацевты;
- 30–50%: Врачи-диагносты, рентгенологи, медицинские лаборанты, аналитики данных.

Массовое внедрение ИИ вносит существенные изменения в привычные уклады труда. Появляются новые профессии и должности, но одновременно попадают под сокращение сотни профессий, в первую очередь, малоквалифицированные. Исполнение рутинных задач берут на себя машинные алгоритмы. Приведет ли это к массовой безработице? Исторический опыт показывает, что технологические революции прошлого (например, массовая компьютеризация) тоже приводили к потере рабочих мест, но одновременно создавались другие. Переквалификация требовала изменений в системе образования, инвестиций в социальную поддержку, но при этом частично решались социально-демографические проблемы (вопросы связанные со старением населения, снижением численности и качества трудовых ресурсов, изменением структуры рабочей силы [10].

Для России характерной особенностью является наличие сильной инженерной базы, готовой к проведению адаптации возможностей нейронных сетей к соответствующим технологиям. Есть исторически сильные математические школы, занимающиеся исследованиями методов развития ИИ, способные осуществлять анализ существующих практик машинного обучения и разрабатывать принципиально новые стратегии. Минусом данной ситуации является слабая коммуникация между инженерным и математическим сообществом именно в области искусственного интеллекта. Системная взаимосвязь между ними требует серьезной отладки [11, С. 53].

Уникальность современной ситуации заключается в беспрецедентной скорости и масштабе происходящих перемен. Позитивного развития событий можно добиться только в случае сочетанных действий со стороны правительств и бизнеса.

Необходимы:

- поддержка на государственном уровне масштабной переквалификации трудовых ресурсов;
- реформы в системе образования;
- гранты и налоговые льготы для компаний, создающих рабочие места будущего, социальные гарантии для людей на период адаптации и переквалификации.

Проведённый анализ рисков использования ИИ позволил сформировать матрицу мер реагирования, которая включает технологические, регуляторные и социально-адаптационные инструменты управления рисками. Приоритетными являются меры по нивелированию критических рисков, таких как обеспечение кибербезопасности, защиты персональных данных и сохранения человеческого контроля над автономными системами.

Таблица 1
Матрица мер реагирования критических рисков

№ п/п	Наименование риска	Меры реагирования	Ответственные
1.	Технические сбои	Резервные системы, стресс-тестирование, аудит безопасности	ИТ-компании, государство
2.	Хищение персональных данных	Усиление защиты данных, шифрование, регуляторный контроль	Государство, бизнес
3.	Выход машин из-под контроля	Контроль человеком, ограничение автономности	Разработчики, регуляторы
4.	Проблемы в работе техники	Стандартизация и сертификация систем	Индустрия, стандартизирующие органы

Составлено авторами

Таблица 2
Матрица мер реагирования значительных рисков

№ п/п	Наименование риска	Меры реагирования	Ответственные
1.	Замещение человеческого взаимодействия	Разработка гибридных моделей взаимодействия	Бизнес, HR-политика
2.	Нарушение личного пространства	Регулирование обработки данных, privacy-by-design	Государство, разработчики
3.	Отсутствие знаний о последствиях ИИ	Образовательные программы, цифровая грамотность	Государство, университеты

Составлено авторами

Таблица 3
Матрица мер реагирования умеренных рисков

№ п/п	Наименование риска	Меры реагирования	Ответственные
1.	Недоверие к ИИ	Прозрачность алгоритмов, объяснимый ИИ	Разработчики
2.	Непредсказуемость внедрения	Пилотные проекты, поэтапное внедрение	Бизнес, государство
3.	«Человек надежнее»	Повышение надежности систем и обучение пользователей	Разработчики, работодатели

Составлено авторами

Повсеместное внедрение ИИ становится революционным шагом в развитии технологий и модернизации рынка труда, при этом необходимо соблюдать баланс между технологическим развитием и управлением рисками. Массовое освобождение человечества от рутинной деятельности, при правильном построении регуляторной составляющей и грамотной политике обеспечения переходного периода государственными органами в кооперации с бизнесом, создает уникальную возможность перейти на новый уровень организации труда, позволяющий больше времени уделять развитию креативных идей, расширению научных знаний, внедрению инноваций.

Литература

1. Сытник, А. Год «большой политики» ИИ. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8337040 (дата обращения: 25.03.2026).
2. Дранев, Ю.Я., Кучин, И.И., Миряков М.И. Экономический эффект от внедрения технологий искусственного интеллекта в России. М. – ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. URL.: https://issek.hse.ru/news/1022068478.html (дата обращения: 25.03.2026).
3. Кулецкая, А. ИИ преисполнился в развитии. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8337402 (дата обращения: 25.03.2026).
4. Арялина, М. Пузырь, надутый ожиданиями. IT-корпорации пытаются занять свою нишу на рынке искусственного интеллекта. URL.: https://www.vedomosti.ru/technology/columns/2025/12/26/1166589-puzir-nadutii-ozhidaniyami (дата обращения: 25.03.2026).
5. Бодрова, С. Генеративное государство. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8271589 (дата обращения: 25.03.2026).
6. Фролова, Е. Интеллектуальное внедрение. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8271597 (дата обращения: 25.03.2026).
7. Цифровизация общества: новые вызовы в социальной сфере / В. Г. Жулего, А. А. Балякин, М. В. Нурбина, С. Б. Тараненко // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 9-2. – С. 36-43. – EDN BPUWEJ.
8. Денисенко, А. Маск призвал замедлить прогресс ИИ и робототехники». URL.: https://www.cnews.ru/news/top/2025-12-26_mask_prizval_ii-razrabotchikov (дата обращения: 27.03.2026).
9. Как изменился рынок труда из-за искусственного интеллекта за 2024 и 2025 годы». https://workspace.ru/blog/kak-izmenilsya-rynok-truda-iz-za-iskusstvennogo-intellekta-za-2024-i-2025-gody/ (дата обращения: 27.03.2026).
10. Полозов, Л. Стагнация или рецессия? Цифровизация становится стратегией выживания. URL.: https://www.eg-online.ru/article/497872/ (дата обращения: 27.03.2026).
11. Сильный искусственный интеллект: На подступах к сверх- разуму / Александр Ведяхин [и др.]. - М.: Интеллектуальная. Литература, 2021. - 232 с.

Artificial intelligence is a new technological revolution and a new challenge for humanity

Peshkova G.Yu., Shvets Ya.O.
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

Artificial intelligence is becoming a driving factor in changing the social and institutional environment and the basis for creating a new technological order, gradually moving from the technological agenda to the political one. The article proposes to consider the author's model for assessing the economic effect of the introduction of AI. The authors' analysis of the risks of using AI allowed us to form a unique matrix of response measures, which includes technological, regulatory and socio-adaptive risk management tools.

Keywords: artificial intelligence (AI), AI agent, AI assistant, digitalization, digital technologies, generative AI, data management.

References

1. Sytnik, A. The Year of "big politics" AI. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8337040 (date of access: 03/25/2026).
2. Dranev, Yu.Ya., Kuchin, I.I., Miryakov M.I. The economic effect of the introduction of artificial intelligence technologies in Russia. Moscow – ISIEZ HSE. URL.: https://issek.hse.ru/news/1022068478.html (date of access: 03/25/2026).
3. Kuletskaya, A. AI has been filled with development. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8337402 (date of access: 03/25/2026).
4. Arjalina, M. Bubble inflated with expectations. IT corporations are trying to occupy their niche in the artificial intelligence market. URL.: https://www.vedomosti.ru/technology/columns/2025/12/26/1166589-puzir-nadutii-ozhidaniyami (date of access: 03/25/2026).
5. Bodrova, S. Generative state. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8271589 (date of access: 03/25/2026).
6. Frolova, E. Intelligent implementation. URL.: https://www.kommersant.ru/doc/8271597 (date of access: 03/25/2026).
7. Digitalization of society: new challenges in the social sphere / V. G. Zhulego, A. A. Balyakin, M. V. Nurbina, S. B. Taranenko // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2019. – No. 9-2. – pp. 36-43. – EDN BPUWEJ.
8. Denisenko, A. Musk urged to slow down the progress of AI and robotics. URL.: https://www.cnews.ru/news/top/2025-12-26_mask_prizval_ii-razrabotchikov (date of access: 03/27/2026).
9. How the labor market has changed due to artificial intelligence in 2024 and 2025." https://workspace.ru/blog/kak-izmenilsya-rynok-truda-iz-za-iskusstvennogo-intellekta-za-2024-i-2025-gody / (date of access: 03/27/2026).
10. Polozov, L. Stagnation or recession? Digitalization is becoming a survival strategy. URL.: https://www.eg-online.ru/article/497872 / (date of access: 03/27/2026).
11. Strong artificial intelligence: On the approaches to superintelligence / Alexander Vedyakhin [et al.]. Moscow: Intellectual. Literature, 2021. - 232 p.

Особенности инновационного развития нефтегазового комплекса в регионах Сибирского федерального округа

Антипина Оксана Викторовна
к.э.н., доцент каф. ЭиЦБТ, ИРНИТУ, antipina_oksana@mail.ru,

Рудковская Виктория Александровна
экономист АО «Энерпром-Ниппон», vika.rudkowskaia@yandex.ru,

Ван Янь
аспирант ИРНИТУ, yanavan281998@mail.ru

Нефтегазовый сектор остаётся ключевым драйвером экономического развития многих субъектов Сибирского федерального округа. Однако к середине 2020-х годов отрасль сталкивается с рядом системных вызовов: исчерпание запасов легкодоступных месторождений, рост требований по экологической устойчивости, необходимость технологической независимости и общая тенденция к цифровой трансформации. Для Сибирского округа эти вызовы сложны дополнительными факторами – протяжённостью территории, сложными климатическими условиями, сложностью в добыче нефти и проблемами логистики. В таких условиях инновации не просто являются желаемым дополнением, а становятся необходимостью для поддержания конкурентоспособности региональной экономики. В статье рассматривается проблематика нефтегазового комплекса на примере Сибирского федерального округа, проводится анализ, в ходе которого выявляются основные проблемы и предлагаются пути их решения.

Ключевые слова: инновации, региональное развитие, топливно-энергетический комплекс.

В условиях санкционного давления и значительного упадка доходов как бюджета, так и компаний нефтегазового комплекса (далее – НГК) важнейшую роль играют инновации. Они не только способны закрыть потребности предприятий, но и значительно сокращают затраты и помогают стимулировать развитие. Однако внедрение инноваций необходимо стимулировать, поэтому региональная экономическая политика играет важную роль как инструмент, способный вывести НГК Сибирского федерального округа (далее – СФО) на новый уровень. СФО продолжает играть ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности России и в структуре экспорта углеводородов; одновременно регион сталкивается с трансформацией внешних цифровых, климатических и рыночных условий, требующих пересмотра подходов к развитию НГК. Ужесточение международных стандартов по устойчивому развитию и углеродной прозрачности, рост спроса на продукты с более высокой добавленной стоимостью, постепенное исчерпание лёгкодоступных запасов и необходимость перехода к работе с трудноизвлекаемыми залежами вынуждают регион активно инвестировать в технологии повышения нефтеотдачи, утилизации попутного газа, снижения утечек метана, цифровой трансформации и роботизации. В 2025 году влияние этих факторов сочеталось с усилением внутренней конкуренции за инвестиции, потребностью в локализации технологических цепочек и задачей формирования квалифицированной инженерно-технической базы в условиях демографического сжатия ряда слабонаселённых территорий СФО. В такой среде региональная политика должна перестать быть стать активным инструментом, направленным на сокращение инвестиционных рисков, создание механизмов коммерциализации научных разработок и поддержание устойчивой экосистемы инноваций.

Целью данной статьи является проведение комплексного анализа проблем НГК в СФО, выявление мер региональной экономической политики, позволяющих повысить скорость и качество внедрения инноваций в нефтегазовом комплексе СФО, а также решить большую часть проблем с помощью новых инновационных подходов.

Результаты исследования

Системный анализ состояния нефтегазового комплекса СФО выявил совокупность взаимосвязанных проблем, обусловленных историческим характером развития инфраструктуры, географической удалённостью, сложностью логистики, недостаточной институциональной поддержкой инноваций и, конечно, другими факторами, среди которых широкомасштабное устаревание эксплуатационного оборудования. В 2024 г. износ технологического оборудования в компаниях НГК составлял порядка 66-70 %, это не только влияет на отсутствие развитие инноваций, но и может привести к аварии или операционным потерям [10]. Такое оборудование требуют модернизации или замены в ближайшие 5–10 лет во избежание проблем. С учетом активного импортозамещения в условиях санкций и утверждению замминистра промышленности и торговли РФ планируется достижение доли 80% отечественного оборудования, используемого в НГК. В структуре запасов регионов СФО заметна устойчивая тенденция к росту доли трудноизвлекаемых ресурсов, что делает традиционные методы разработки менее эффективными и требует применения технологий EOR, интенсификации нефтеотдачи и геофизического мониторинга.

Экологическая проблематика – ключевой фактор давления на отрасль. Утечки метана на промысловом и транспортном этапах представляют источник прямых экономических потерь и значительный вклад в климатический след региона. В СФО такие регионы как Иркутская, Томская области, Красноярский край имеют наибольшие выбросы в атмосферу метана в связи с нефтегазовым производством, добычей – их показатель составляет как минимум 60% от общего объема утечки метана из-за НГК в округе [4]. Это не только предполагает для больших предприятий многомиллионные ежегодные потери в денежном выражении в связи с тем, что метан основной компонент природного газа, но и наносит вред окружающей среде. Кроме того, отсутствие единого регионального подхода к мониторингу и прозрачности выбросов затрудняет аудит и снижение этих потерь.

Ниже приведена таблица основных показателей добычи нефти и газа и ключевых проблем для основных субъектов СФО (показатели ориентировочные, основаны на сведениях открытых источников и экспертных оценках по состоянию на 2023–2025 гг.).

Таблица 1

Основные характеристики функционирования нефтегазовой отрасли в регионах СФО

Субъект СФО	Особенности НГК региона	Проблемы и ключевые ограничения
Томская область	Истощение традиционных месторождений, тенденция снижения добычи нефти согласно РИА с 2016 г. с 10,6 млн. т. до 5 млн. т. в 2024 г. Доминирование АО "Томскнефть", примерно 57% добычи региона	Изношенные сети сбора, дефицит мощностей по утилизации попутного газа, высокая себестоимость добычи, дефицит персонала, снижение доходов в бюджете в связи со снижением добычи
Красноярский край	25 месторождений нефти, запасы которой по промышленным категориям — 618 млн тонн, экспорт в Азиатско-Тихоокеанский регион через трубопроводная система «Восточная Сибирь — Тихий океан»	Труднодоступные месторождения, сезонные логистические риски, дефицит и высокая стоимость электроэнергии, высокие капитальные затраты, зависимость от экспорта в Азию
Омская область	Ключевой нефтеперерабатывающий центр, НПЗ уже 70 лет, потенциал новых месторождений юрских отложений, кластер нефтепереработки и нефтехимии	Требуется модернизация переработки, слабая интеграция газохимии, дефицит бензина в 2025г., атаки БПЛА на НПЗ, логистические сложности поставок, кадровые проблемы
Иркутская область	Ковыктинское ГКМ (1,9 трлн м³ газа) крупнейшее на востоке РФ, более 30 газовых и нефтегазовых месторождений, ресурсная база "Силы Сибири"	Сложный рельеф, сезонная доступность объектов, низкий уровень газификации региона, зависимость от экспорта в Китай, удаленность от рынков сбыта
Кемеровская область	Угольная специализация (Кузбасс), снижение добычи угля на 3,9% в 2025	Высокие железнодорожные тарифы, долги перед подрядчиками, снижение спроса на уголь, необходимость переориентации.
Новосибирская область	Приостановлена добычи нефти с 01.01.2023	Слабая локализация технологий, потеря налоговых поступлений от НГК, ограниченность ресурсной базы, снижение запасов нефти

Источник: составлено на основании источников [3;9]

Регионы СФО имеют довольно много проблем, наиболее частые из них – это кризис нефтегазовой отрасли в 2025 г., который значительно повлиял на Россию и компании, дефицит кадров, технологическое отставание, санкционное давление, логистические проблемы, отсутствие развития регионов, географическая удаленность, суровые климатические условия. Всё это приводит к необходимости перехода на трудноизвлекаемые запасы (далее ТРИЗ), требует инвестиций в новые технологии, а налоги при этом усугубляют ситуацию для малых и средних компаний [7]. Так, например, банкротство "Стимул-Т" показывает, что даже при наличии лицензий компании не могут обеспечить рентабельность добычи на истощенных месторождениях. Ориентация на азиатские рынки через ВСТО создает зависимость от китайского спроса и транспортных тарифов. Поэтому решение проблем требует вмешательства помощи и поддержки со стороны региона, вовлечение инноваций в НГК и продуманную стратегию.

Поскольку инновации всё же являются двигателем прогресса и возможностью заменить импортное или устаревшее оборудование, рассмотреть новые возможности, преодолеть проблемы – это то, что необходимо нефтегазовой отрасли как России, так и СФО, имеющему на своей территории крупные месторождения и значимые трубопроводы, такие как Силы Сибири. Поскольку нефтегазовые компании влияют на поступление доходов в бюджет за счет налогов, так как занимают большую часть поступлений, то в интересах регионов поддерживать компании НГК и помогать им бороться с проблемами с помощью инноваций и новых подходов. Возможные решения представлены в таблице 2.

Таблица 2

Инновационные решения в НГК для регионов СФО

Регион	Ключевые проблемы	Инновационные решения	Механизм реализации	Ожидаемые результаты
Томская область	Истощение традиционных месторождений, высокая себестоимость добычи, риск банкротства малых компаний	Цифровые двойники месторождений, модульные установки для малых месторождений	Внедрение ИИ-платформ для оптимизации разработки, использование нанополимеров для увеличения нефтеотдачи	Увеличение нефтеотдачи, снижение себестоимости, сохранение малых компаний, дополнительные бюджетные доходы
Красноярский край	Дефицит электроэнергии, высокие капитальные затраты, сложные климатические условия, логистические ограничения	Автономные арктические энергокомплексы, технологии бестраншейной прокладки трубопроводов,	Внедрение гибридных энергосистем, использование ГНБ-технологий, ИИ-оптимизация маршрутов	Снижение энергозатрат, уменьшение CAPEX, сокращение логистических издержек, экспорт СПГ
Омская область	Уязвимость НПЗ к внешним воздействиям, дефицит бензина в кризисных ситуациях, зависимость от поставок сырья	Распределенная система нефтепереработки, технологии производства синтетических топлив, цифровые двойники НПЗ	Создание сети мини-НПЗ, внедрение технологий GTL, разработка цифровых копий производств	Повышение устойчивости, создание резервных мощностей, диверсификация сырьевой базы, снижение аварийности
Иркутская область	Низкий уровень газификации, зависимость от экспорта в Китай, необходимость развития инфраструктуры	Технологии распределенного производства СПГ, технологии извлечения и хранения гелия	Строительство модульных СПГ-заводов, создание инфраструктуры для гелия	Газификация новых населенных пунктов, диверсификация экспорта, дополнительный доход от гелия
Кемеровская область	Структурный кризис угольной отрасли, падение спроса на уголь, высокие железнодорожные тарифы	Технологии глубокой переработки угля, производство водоугольного топлива, углехимические комплексы	Создание производств синтетических топлив, организация производства ВУТ	Увеличение добавленной стоимости, создание новых рабочих мест, снижение зависимости от экспорта сырья
Новосибирская область	Нерентабельность добычи, потеря налоговых поступлений, топливная зависимость	Технологии интеллектуальных скважин, центр компетенций нефтесервиса, цифровые платформы для управления активами	Внедрение скважин с датчиками, создание исследовательского центра	Возобновление добычи, создание рабочих мест в нефтесервисе, экспорт услуг

Источник: составлено авторами на основании данных открытых источников [7; 8; 9]

Томская область сталкивается с проблемой истощения традиционных месторождений, которые разрабатываются десятилетиями. Для решения этой проблемы и оптимизации имеющихся ресурсов можно использовать вариант с технологией создания динамической, виртуальной модели, отражающей все тонкости объекта и дублирующего его для проработки рисков, более эффективного использования месторождения и моделирования сценариев, способных использовать скважины максимально [5]. Цифровые двойники для небольших месторождений снизят порог рентабельности и продлит срок эксплуатации месторождения порядком на 5-7 лет [2].

В Красноярском крае, как и во многих регионах, присутствуют такие проблемы НГК как климат и логистика. Поскольку регион входит в состав арктической зоны, то стоимость логистики может составлять около 70% от стоимости всего проекта. В данном случае могут помочь автономные энергокомплексы, аккумуляторы, которые поспособствуют относительно самостоятельному существованию отдельных, отдаленных населенных пунктов, что позволит снизить затраты на доставку топлива.

На территории Омской области находится крупный НПЗ, который на данный момент имеет проблемы как из-за нестабильности поставок, так и из-за политической ситуации. Стоит рассмотреть на территории региона возможности распределительной системы нефтепереработки по небольшим НПЗ, где мощность может составлять в среднем всего 300 тысяч тонн в год. Это приведет к снижению зависимости от АО «Газпромнефть-ОНПЗ» и создаст условия, при которых риски не распространяются полностью на весь регион. К тому же это поможет решить логистические сложности и обеспечить наличием рабочих мест.

Похожая ситуация в необходимости распределения ресурсного потенциала возникает в Иркутской области, где отдаленные населенные пункты не получают должного обеспечения газом. Создание заводов СПГ по всей территории области с мощностью в среднем около 30 тысяч тонн в год поспособствует решению проблемы [9].

Для перечисленных инноваций необходима помощь со стороны региона, вмешательство администрации и меры региональной политики, обеспечивающие эффективность внедрения инноваций. В таблице 3 рассмотрены проблемы существующих региональных программ и предложены альтернативные варианты, способные решить упущения госпрограмм.

Таблица 3

Региональная политика и программы поддержки НГК в 2023-2025гг.

Регион	Программа	Недостатки программы	Предлагаемы меры для усовершенствования программы
Томская область	Развитие нефтегазового комплекса Томской области до 2025 года	Программы носят фрагментарный характер, отсутствует системный подход к внедрению инноваций. Финансирование НИОКР недостаточно для прорывных разработок.	Создание регионального фонда развития нефтегазовых инноваций с капиталом 10-15 млрд рублей. Введение специального налогового режима для компаний, внедряющих цифровые технологии и технологии увеличения нефтеотдачи.

Красноярский край	Программа развития Арктической зоны Красноярского края	Программы ориентированы в основном на крупные проекты, малый и средний бизнес практически не получает поддержки.	Создание центра арктических технологий с испытательным полигоном для отработки решений в условиях Крайнего Севера. Введение льгот по транспортному налогу для компаний, использующих энергоэффективное оборудование.
Омская область	Программа модернизации нефтеперерабатывающего комплекса	Программы сосредоточены на крупном бизнесе (Омский НПЗ), малые и средние предприятия нефтепереработки практически не получают поддержки. Не развита система подготовки кадров для нефтехимических производств.	Создание регионального кластера нефтепереработки и нефтехимии с участием предприятий разных масштабов. Введение специального режима для мини-НПЗ с упрощенными процедурами согласования и льготным налогообложением. Развитие центра подготовки специалистов нефтепереработки на базе Омского государственного технического университета.
Иркутская область	Программа газификации Иркутской области	Программа газификации ориентирована в основном на крупные населенные пункты. Отсутствуют меры поддержки распределенного производства СПГ. Не развита инфраструктура для гелия.	Создание программы развития распределенной энергетики на основе СПГ для удаленных населенных пунктов. Развитие гелевого кластера с созданием инфраструктуры для добычи, хранения и транспортировки гелия. Введение льгот для компаний, инвестирующих в газохимические производства
Кемеровская область	Программа развития угольной промышленности Кузбасса	Отсутствуют эффективные механизмы стимулирования перехода от добычи к переработке угля. Финансирование НИОКР в области углехимии недостаточно.	Создание фонда технологической трансформации угольной отрасли с капиталом 20-30 млрд рублей. Развитие углехимического кластера с созданием опытно-промышленных установок. Введение системы "угольных облигаций", средства от размещения которых направляются на проекты переработки угля
Новосибирская область	Развитие инновационной инфраструктуры, стимулирование кооперации науки и бизнеса	Программы носят общий характер, не адаптированы к специфике нефтегазового сервиса. Слабо развита кооперация между IT-компаниями и нефтегазовым сектором.	Создание нефтегазового инновационного кластера на базе Новосибирского научного центра. Введение специального режима для компаний, разрабатывающих и внедряющих цифровые решения для нефтегазового комплекса

Источник: составлено авторами на основании источников [1]

В госпрограммах регионов СФО довольно много проблем: в фрагментарности и отсутствии системного подхода, недостаточное финансирование, ориентация на крупный бизнес в ущерб малому и среднему предпринимательству, отсутствие механизмов коммерциализации технологий, неадаптированность программ к специфике НГК, территориальная ограниченность программ как в Иркутской области. Отсутствие координации между регионами приводит к дублированию усилий и распылению ресурсов.

Предлагаемые изменения направлены на преодоление этих системных проблем. Создание специализированных фондов позволит консолидировать финансовые ресурсы и направить их на реализацию стратегически важных проектов. Развитие кластеров создаст условия для кооперации между компаниями, научными организациями, образовательными учреждениями. Создание центров компетенций позволит сконцентрировать экспертизу и создать критическую массу знаний, необходимую для прорывных инноваций.

Специальные налоговые режимы и льготы для компаний, внедряющих инновационные технологии, станут важным стимулом для технологического обновления. Развитие человеческого капитала - критически важное направление предлагаемых изменений.

Интеграция программ между регионами могла бы значительно повысить их эффективность. Например, создание единого арктического инновационного центра для всего СФО, объединяющего ресурсы Красноярского края, Ямало-Ненецкого автономного округа, других арктических регионов. Или формирование сети цифровых полигонов для отработки технологий повышения нефтеотдачи, доступной для компаний из всех регионов СФО. Это позволило бы избежать дублирования инфраструктуры, консолидировать финансовые ресурсы, создать условия для кооперации между регионами.

Реализация предлагаемых изменений потребует значительных инвестиций - общий объем оценивается в 100-150 млрд рублей на 2024-2028 годы. Однако эти инвестиции окупятся за счет роста добычи и переработки углеводородов, увеличения добавленной стоимости, создания новых рабочих мест, роста налоговых поступлений. Более того, часть финансирования может быть привлечена из внебюджетных источников: венчурных фондов, частных инвесторов. На данный момент в силу политической ситуации в мире и сложностей, связанных с финансированием, реализация таких программ является трудно реализуемой.

В дальнейшем при наиболее благоприятных условиях успех инновационной трансформации НГК СФО будет зависеть от способности региональных властей перейти от деклараций к конкретным действиям, от разовых мер к системной политике, от поддержки отдельных проектов к созданию целостных инновационных экосистем. Это сложная задача, требующая политической воли, профессиональных компетенций, долгосрочного планирования. Но ее решение позволит не только сохранить, но и усилить позиции сибирских регионов в российской и мировой экономике, создать основу для устойчивого развития на десятилетия вперед.

Таким образом, проведённое исследование подтверждает, что нефтегазовый комплекс Сибирского федерального округа в 2023-2025 гг. сталкивается с комплексом взаимосвязанных проблем, требующих системного подхода к их решению. Инфраструктурные ограничения, экономические вызовы, институциональные барьеры и экологические проблемы создают порочный круг, замедляющий внедрение инноваций и снижающий конкурентоспособность отрасли.

Предложенный комплекс мер региональной экономической политики направлен на разрыв этого порочного круга через создание финансовых механизмов поддержки инноваций, развитие цифровой инфраструктуры, формирование инновационной экосистемы, внедрение систем экологического мониторинга, развитие кадрового потенциала и совершенствование нормативно-правовой базы. Ключевым элементом предлагаемого подхода является создание регионального фонда технологического развития, который должен стать катализатором инновационных процессов в отрасли.

В условиях глобальной трансформации энергетики и ужесточения экологических требований своевременное и системное внедрение инноваций становится не просто желательным, а необходимым условием сохранения конкурентоспособности нефтегазового комплекса Сибирского федерального округа. Предложенные меры региональной экономической политики представляют собой инструментарий для решения этой задачи.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12.04.2025 № 908-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года» (ред. 12.04.2025) // Собрание законодательства РФ. – 2025. – № 908. – Ст. 6750.

2. Беилин, И.Л. Управление инновациями в региональном нефтегазохимическом комплексе: монография / Казан. нац. исслед. технол. ун-т; И.Л. Беилин.— Казань : КНИТУ, 2020 .— 204 с. — Библиогр.: с. 193-202 .— ISBN 978-5-7882-2813-6 .— URL: https://rucont.ru/efd/782703 (дата обращения: 27.03.2026)

3. Едер Л.В., Филимонова И.В., Проворная И.В., Немов В.А. Основные проблемы инновационного развития нефтегазового комплекса России // Нефтяное хозяйство. 2025. № 2. – С. 34-41.

4. Кудрявцева Л.В, Попов Н.С., Гинзбург В.А. Пространственное распределение выбросов метана от стационарных источников сжигания топлива на территории РФ // ЭММЭ. 2024. №3-4. – С. 18-32.

5. Крюков В.А., Токарев А.Н. Нефтегазовые ресурсы в мире перемен / под редакцией В.В. Кулешова; Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук. – Новосибирск: Изд-во ИЭОПП СО РАН, 2025. – 314 с.

6. Леонтьева Д.К. Актуальные проблемы нефти и газа // Труды Института проблем нефти и газа РАН. 2025. – С. 89-102.

7. Мишенин М.В., Машаров Д.С. Особенности структуры и динамики добычи нефти в Сибирском федеральном округе // Интерэкспо ГеоСибирь. 2019. №5. – С. 168-175

8. Рожков А.А., Соловенко И.С. Цифровизация как инновационно-технологический фактор развития отраслей ТЭК России (рубеж XX – XXI вв.) // Уголь. 2025. № 3. – С. 34-48.

9. Сибирский федеральный округ [Электронный ресурс] // Официальный сайт полномочного представителя Президента России в Сибирском федеральном округе — URL: https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fsfo.gov.ru%2Fokrug%2F&utf=1 (дата обращения: 20.03.2026).

10. Поротькин Е.С. Проблемы и перспективы обеспечения российских нефтегазовых компаний технологическим оборудованием в условиях санкционного давления и цифровизации // Общество: политика, экономика, право. 2023. №12. – С. 142-146.

11. Чеботарёв, Н.Ф. Цифровая экономика нефтегазовой отрасли ТЭК России : монография / Рос. гос. ун-т нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина; Н.Ф. Чеботарёв .— Москва : Проспект, 2021 .— 80 с. : ил. — Библиогр.: с. 69-70.

Features of Innovative Development of the Oil and Gas Complex in the Regions of the Siberian Federal District

Antipina O.V., Rudkovskaya V.A., Wang Yan
IRNITU, JSC Enerprom-Nippon

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The oil and gas sector remains a key driver of economic development in many regions of the Siberian Federal District. However, by the mid-2020s, the industry is facing a number of systemic challenges: depletion of easily accessible reserves, increasing demands for environmental sustainability, the need for technological independence, and a general trend toward digital transformation. For the Siberian Federal District, these challenges are compounded by additional factors: the vastness of its territory, challenging climatic conditions, the complexity of oil production, and logistical challenges. Under these circumstances, innovation is not simply a welcome addition but a necessity for maintaining the competitiveness of the regional economy. This article examines the challenges facing the oil and gas industry using the Siberian Federal District as an example, conducting an analysis that identifies the main problems and proposes solutions.

Keywords: innovation, regional development, fuel and energy sector.

References

1. Order of the Government of the Russian Federation of April 12, 2025, No. 908-r "On Approval of the Energy Strategy of the Russian Federation through 2050" (as amended on April 12, 2025) // Collected Legislation of the Russian Federation. – 2025. – No. 908. – Article 6750.
2. Beilin, I.L. Innovation Management in the Regional Oil and Gas Chemical Complex: monograph / Kazan National Research Technological University; I.L. Beilin. - Kazan: KNITU, 2020. - 204 p. - Bibliography: p. 193-202 .— ISBN 978-5-7882-2813-6 .— URL: https://rucont.ru/efd/782703 (date of access: 27.03.2026)
3. Eder L.V., Filimonova I.V., Provornaya I.V., Nemov V.A. The main problems of innovative development of the oil and gas complex of Russia // Oil Industry. 2025. No. 2. – Pp. 34-41.
4. Kudryavtseva L.V., Popov N.S., Ginzburg V.A. Spatial distribution of methane emissions from stationary fuel combustion sources on the territory of the Russian Federation // EMME. 2024. No. 3-4. – Pp. 18-32.
5. Kryukov V.A., Tokarev A.N. Oil and Gas Resources in a Changing World / edited by V.V. Kuleshov; Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. – Novosibirsk: Publishing House of IEIE SB RAS, 2025. – 314 p.
6. Leontyeva D.K. Actual Problems of Oil and Gas // Transactions of the Institute of Oil and Gas Problems of the Russian Academy of Sciences. 2025. – Pp. 89-102.
7. Mishenin M.V., Masharov D.S. Features of the Structure and Dynamics of Oil Production in the Siberian Federal District // Inter Expo Geo-Siberia. 2019. No. 5. – Pp. 168-175
8. Rozhkov A.A., Solovenko I.S. Digitalization as an Innovative and Technological Factor in the Development of Russian Fuel and Energy Complex Industries (turn of the 20th – 21st Centuries) // Coal. 2025. No. 3. – P. 34-48.
9. Siberian Federal District [Electronic resource] // Official website of the Plenipotentiary Representative of the President of Russia in the Siberian Federal District — URL: https://vk.com/away.php?to=http%3A%2F%2Fsfo.gov.ru%2Fokrug%2F&utf=1 (date of access: 20.03.2026).
10. Porotkin E.S. Problems and prospects of providing Russian oil and gas companies with technological equipment in the context of sanctions pressure and digitalization // Society: politics, economics, law. 2023. No. 12. – P. 142-146.
11. Chebotarev, N.F. Digital economy of the oil and gas industry of the Russian fuel and energy complex: monograph / Rus. state. University of Oil and Gas (NRU) named after. THEM. Gubkin; N.F. Chebotarev .— Moscow : Prospekt, 2021 .— 80 p. : ill. — Bibliography: p. 69-70.

Роль инноваций в обеспечении устойчивого развития региона: синтез экологических, экономических и социальных аспектов

Соколов Сергей Николаевич
доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры государственного и муниципального управления и экономики инноваций, Волгоградский государственный университет, snsokolov@volsu.ru,

Цзянь Чжан
аспирант, кафедра инновационного менеджмента и внешнеэкономической деятельности, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, zegjjy@126.com,

Епинина Вероника Сергеевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры государственного и муниципального управления и экономики инноваций, Волгоградский государственный университет, epininavs@volsu.ru

Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления конфликта между экологическими ограничениями, экономическим ростом и социальным благополучием на региональном уровне, когда традиционная логика компромиссов не позволяет достичь целей устойчивого развития. В статье обосновывается, что секторальный подход к инновациям (экологические, экономические, социальные инновации по отдельности) не способен генерировать синергетические эффекты, тогда как интегральные инновации, одновременно решающие задачи в двух и более сферах, выступают ключевым механизмом синтеза. Авторами предлагается авторская трактовка «интегральных инноваций для устойчивого развития», в рамках которой конкретизирован перечень типов инноваций (эколого-экономические, эко-социальные, социально-экономические, тройные) и введена система интегральных индикаторов синергии: доля интегральных НИОКР, число технологий с двойным / тройным эффектом, индекс «зеленой инклюзивности» и коэффициент синхронизации целей. На основе адаптации модели квадроспирали к региональной специфике авторами представлена методика расчета сводного индекса сбалансированности, позволяющая оценить не только уровень развития по каждому аспекту, но и степень их взаимного усиления под воздействием инноваций. Сформулированы практические рекомендации по трансформации региональной инновационной политики: внедрение обязательной стратегической эколого-социальной оценки (SESIA) для крупных инновационных проектов, создание межведомственного совета по устойчивому развитию при главе региона, запуск пилотных «лабораторий устойчивости» – территорий с особым режимом апробации интегральных решений с участием всех акторов квадроспирали.

Ключевые слова: региональное устойчивое развитие, интегральные инновации, квадроспираль, региональная инновационная политика, система показателей, инновационное развитие, регион.

Концепция устойчивого развития базируется на трех компонентах – экологическом, экономическом и социальном. Однако традиционная логика компромиссов (trade-off) не позволяет достичь их взаимного усиления.

Инновации традиционно рассматриваются как двигатель прогресса [1], но в региональной политике долгое время господствовал секторальный подход: экологические, социальные и технологические инновации развивались изолированно, в собственных «силосах» [5; 9]. Этот подход обладает серьезными ограничениями. Во-первых, он не позволяет улавливать и усиливать эффекты, возникающие на стыке сфер [4]. Например, технология очистки воды может одновременно снижать экологическую нагрузку (экологический эффект), уменьшать заболеваемость населения (социальный эффект) и создавать новые рынки водоочистного оборудования (экономический эффект). В секторальной логике такой проект рискует не получить поддержки ни в одной категории, поскольку не «чисто» экологический и не «чисто» экономический [8]. Во-вторых, секторальный подход закрепляет ведомственную разобщенность, препятствуя формированию целостной региональной стратегии.

Для преодоления указанных ограничений вводится понятие «интегральные инновации для устойчивого развития» (см. табл. 1) – нововведения (технологические, социальные, институциональные или их комбинации), которые целенаправленно решают задачи одновременно в двух или трех сферах – экологической, экономической и социальной. Их ключевая характеристика – наличие мультипликативного позитивного эффекта.

Таблица 1
Типы интегральных инноваций

Сочетание сфер	Примеры
1. Эколого-экономические инновации	
Экология + экономика	Циркулярные бизнес-модели, технологии переработки отходов с положительной рентабельностью, энергоэффективные решения, снижающие издержки
2. Эко-социальные инновации	
Экология + социальная сфера	Зеленые рабочие места для уязвимых групп, доступная зеленая энергетика для малообеспеченных, городские зеленые зоны, снижающие неравенство в качестве среды
3. Социально-экономические инновации	
Социальная сфера + экономика	Технологии активного долголетия, расширяющие рынок и снижающие бюджетные расходы; инклюзивные цифровые платформы для занятости
4. Тройные инновации	
Экология + экономика + социальная сфера	Умные энергосистемы, снижающие выбросы, тарифы и создающие новые рабочие места; проекты регенеративной урбанистики

Источник: сост. авт. с использованием: [2; 6-7; 10-12].

Именно тройные инновации представляют собой наиболее сильную форму синтеза, однако на практике часто достижимы хотя бы двойные эффекты, что уже преодолевает компромиссную логику.

Регион является оптимальной площадкой для интегральных инноваций благодаря локальной специфике, плотности стейкхолдеров, наличию собственных бюджетов и институтов развития, а также возможности измерения и сравнения эффектов.

Для количественного анализа роли инноваций в синтезе экологических, экономических и социальных целей разработана авторская **методика интегральной оценки, включающая в себя** три блока традиционных показателей (экологический, экономический, социальный) и группу **интегральных индикаторов синергии**, измеряющих вклад инноваций в одновременное улучшение двух и более сфер. Все показатели разделены на две категории (см. табл. 2): **состояние** (фиксирует текущий уровень) и **динамика** (изменение, обусловленное инновационной активностью).

Таблица 2
Система показателей для оценки устойчивого развития региона

Категория	Показатели	Обоснование
1. Экологический блок		
Состояние	Объем выбросов загрязняющих веществ на единицу ВРП, т/млн руб.	Экологическая интенсивность экономики
	Доля отходов, подвергнутых утилизации и обезвреживанию, %	Прогресс в циркулярной экономике
Динамика	Доля предприятий, внедривших ресурсосберегающие технологии, %	Распространение эко-инноваций

	Затраты на эко-инновации в расчете на 1 руб. ВРП, руб./руб.	Инвестиционная активность в экологической сфере
2. Экономический блок		
Состояние	ВРП на душу населения, тыс. руб.	Экономическая продуктивность
	Уровень безработицы, %	Эффективность использования трудовых ресурсов
Динамика	Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров, %	Результат инновационной деятельности
	Внутренние затраты на НИОКР, % от ВРП	Ресурсная база для будущих инноваций
3. Социальный блок		
Состояние	Ожидаемая продолжительность жизни, лет	Интегральное качество жизни
	Доля населения с доходами ниже прожиточного минимума, %	Уровень бедности
Динамика	Количество созданных рабочих мест в инновационном секторе, на 10 000 занятых	Вклад инноваций в занятость
	Доля населения, использующего цифровые госуслуги, %	Цифровая инклюзия и модернизация управления

Источник: сост. авт.

Для измерения синтезирующей роли инноваций вводятся следующие специальные интегральные индикаторы синергии:

1. Доля интегральных НИОКР (ИНИОКР) – доля затрат на исследования и разработки, направленных одновременно на решение экологических и социальных проблем (например, очистка воды + доступность для бедных слоев) в общем объеме региональных НИОКР (финансируемых из региональных источников) в %:

$$\text{ИНИОКР} = \frac{\text{НИОКР}_{\text{эко-соц}}}{\text{НИОКР}_{\text{общ}}} \times 100\%$$

2. Число технологий с двойным / тройным эффектом (ЧТЭ) – количество патентов и внедренных технологий, получивших экспертное заключение о позитивном воздействии как минимум на две сферы (эколого-экономические, эко-социальные, социально-экономические или тройные), в расчете на 100 тыс. населения:

$$\text{ЧТЭ} = \frac{N^{2+3}_{\text{патентов}}}{N_{\text{населения}}} \times 100\,000$$

3. Индекс «зеленой инклюзивности» (ЗИ) – композитный показатель (значение >1 означает опережающую инклюзивность), оценивающий насколько экологические улучшения и «зеленые» рабочие места распределяются в пользу уязвимых групп (нижний квартиль по доходам, инвалиды, мигранты):

$$\text{ЗИ} = \frac{1}{2}\left(\frac{\text{СЗ}_{\text{уязв}}}{\text{СЗ}_{\text{сред}}} + \frac{\text{ДЗР}_{\text{уязв}}}{\text{ДЗР}_{\text{сред}}}\right)$$

где: $\text{СЗ}_{\text{уязв}}$ – снижение экологической нагрузки (например, выбросов) на территориях проживания уязвимых групп, $\text{СЗ}_{\text{сред}}$ – среднее снижение по региону; $\text{ДЗР}_{\text{уязв}}$ – доля «зеленых» рабочих мест (в экологическом секторе), занятых уязвимыми группами, $\text{ДЗР}_{\text{сред}}$ – доля таких рабочих мест в среднем по региону.

4. Коэффициент синхронизации целей (КС) – корреляция Пирсона между годовыми темпами прироста трех групповых индексов (экологического, экономического, социального) за последние 5 лет:

$$\text{КС} = \rho(T_{\text{эк}}, T_{\text{экн}}, T_{\text{соц}})$$

где ρ – коэффициент парной корреляции (используется средняя попарная корреляция).

Положительная значимая корреляция (>0,5) свидетельствует о переходе от компромиссов к синтезу.

Для целей мониторинга и сравнения регионов предлагается следующий алгоритм:

1. Нормировка показателей. Каждый показатель X_i приводится к безразмерному виду от 0 до 1 методом линейного масштабирования:

$$X_i^{\text{норм}} = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

где $X_{\min}$ и $X_{\max}$ – наихудшее и наилучшее значения среди всех регионов выборки (или целевые нормативы).

Для показателей-дестимуляторов (выбросы, безработица, бедность) используется обратная нормировка.

2. Расчет групповых индексов. Групповой индекс для каждого блока (экологический $I_{\text{эк}}$, экономический $I_{\text{экн}}$, социальный $I_{\text{соц}}$) вычисляется как среднее арифметическое нормированных показателей состояния и динамики внутри блока.

3. **Интегральный индекс сбалансированности (ИИС) рассчитывается по формуле:**

$$\text{ИИС} = \sqrt[3]{I_{\text{эк}} \times I_{\text{экн}} \times I_{\text{соц}}}$$

ИИС близок к 1 при гармоничном развитии всех трех аспектов и стремится к 0 при доминировании одной сферы (см. табл. 3). Отклонение индекса от 1 показывает глубину конфликта целей.

Таблица 3
Интерпретация значений интегрального индекса сбалансированности (ИИС)

Значение ИИС	Характеристика	Содержательная интерпретация
<0,4	Низкая сбалансированность	Доминирование одной сферы в ущерб другим (классический trade-off)
0,4-0,7	Умеренная сбалансированность	Имеются локальные конфликты (например, экологические улучшения за счет экономического замедления)
≥0,7	Высокая сбалансированность	Регион близок к синтезу целей: рост экономики сопровождается улучшением экологии и социальных показателей

Источник: сост. авт.

4. Оценка роли инноваций. Вычисляется корреляция Пирсона между динамикой ИИС за период (например, 5 лет) и каждым из интегральных индикаторов синергии (ИНИОКР, ЧТЭ, ЗИ, КС). Высокая положительная корреляция (r>0,6) интерпретируется как эмпирическое подтверждение системной роли инноваций в синтезе целей устойчивого развития.

5. Представление результатов. Результаты расчетов визуализируются в виде панели индикаторов – таблицы нормированных значений всех 12 показателей и 4 интегральных индикаторов, а также сводного ИИС для каждого региона и периода. Панель индикаторов позволяет не только видеть сводный индекс, но и локализовать проблемные зоны.

Исходные данные для расчета – официальная статистика Росстата, региональные доклады об экологии, базы патентов (ФИПС). Для расчета индекса ЗИ и классификации технологий с двойным эффектом требуется экспертная оценка (метод Дельфи).

Использование методики позволяет перейти от абстрактного «баланса» к измеримым целевым соотношениям. Региональные стратегии устойчивого развития могут включать, например: «к 2030 г. достичь ИИС ≥ 0,75»; «индекс зеленой инклюзивности увеличить с 0,9 до 1,1»; «коэффициент синхронизации целей поддерживать на уровне не ниже 0,6»; «долю интегральных НИОКР довести до 25%». Такие целевые показатели интегрируются в государственные программы и контракты с институтами развития. Ежегодный расчет панели индикаторов и ИИС позволяет отслеживать динамику и корректировать политику.

Используя значения интегральных индикаторов синергии, можно выделить четыре типа регионов (см. табл. 4).

Таблица 4
Типология регионов на основе интегральных индикаторов

Тип	Характеристика	ИНИОКР	ЧТЭ	ЗИ	КС	Примерная политика
Синтез	Высокая интегральность	>25%	>5	>1,1	>0,7	Тиражирование успешных практик
Эко-ориентированный	Экология в приоритете, но без инклюзии	>20%	>3	<0,9	<0,4	Добавить социальные меры
Социально-инклюзивный	Социальные достижения, слабая экология	<10%	<2	>1,0	<0,4	Стимулировать эко-инновации
Конфликтный	Низкая интегральность, trade-off	<10%	<2	<0,9	<0,2	Комплексная реформа инновационной политики

Источник: сост. авт.

Данная типология может служить основой для дифференцированного подхода к регионам при разработке федеральных и региональных программ поддержки интегральных инноваций.

При использовании методики следует учитывать, что:

1. ИИС может быть высоким за счет равномерно низких значений по всем трем блокам (ложная гармония). Поэтому панель индикаторов обязательна.

2. Индекс ЗИ требует качественных данных на микроуровне, которые не всегда доступны.

3. Коэффициент КС чувствителен к длине временного ряда (минимум 5 лет).

Наличие измерительной системы создает основу, но не гарантирует автоматического перехода региональной системы к синтезу целей устойчивого развития. Необходима целенаправленная **модель управления**, которая трансформирует институциональную среду, стимулы и меха-

низмы координации таким образом, чтобы интегральные инновации становились приоритетом, а не побочным продуктом. В связи с этим предложена авторская модель, базирующаяся на концепции «квадроспирали», конкретизированная применительно к региональной специфике и дополненная перечнем целевых «фронтиров синтеза» и новых инструментов.

Классическая модель «тройной спирали» (Ицковиц Г., Лейдесдорф Л.) описывает взаимодействие университетов, бизнеса и государства как драйвер инновационного развития [3]. Однако для генерации *интегральных* инноваций, одновременно решающих экологические, экономические и социальные задачи, этой триады недостаточно. Экологические запросы часто формулируются локальными сообществами и НКО, а социальная инклюзия невозможна без участия гражданского общества как полноценного актора, а не просто «получателя» инноваций.

Поэтому предлагается переход к модели **«квадроспирали»**, где четвертым элементом выступает **гражданское общество** в широком смысле: общественные организации, территориальные органы самоуправления (ТОС), волонтерские движения, группы граждан, инициативные сообщества, а также профсоюзы и религиозные организации, если они вовлечены в социально-экологическую повестку. Квадроспираль позволяет:

1. Генерировать запрос снизу – выявлять локальные конфликты целей (например, между сохранением леса и созданием рабочих мест) и формулировать требования к инновациям.

2. Обеспечивать легитимность – участие граждан снижает риск неприятия новых технологий (NIMBY-эффект) и повышает доверие к региональной политике.

3. Контролировать интегральность – общественность может оценивать проекты не только по экономической отдаче, но и по реальным экологическим и социальным последствиям.

В региональном контексте каждый элемент квадроспирали приобретает специфические черты: власть задает приоритеты и финансирование, бизнес коммерциализирует, наука проводит исследования и экспертизу, гражданское общество формирует запрос и контролирует интегральность.

Ключевое отличие от «плоской» квадроспирали – признание, что МСП часто более гибок в создании социальных эко-инноваций, чем крупные корпорации, а **университеты** в регионах (особенно опорные) могут выполнять роль «якорных интеграторов», объединяя вокруг себя другие акторы.

Для фокусировки усилий выделены три приоритетных «фронтира синтеза» – области, где интегральные инновации способны дать максимальный синергетический эффект и где конфликт целей наиболее острый:

1. Зеленая урбанистика и умный город (социально-экологический синтез): интегральные инновации снижают выбросы, экономят семейные бюджеты и улучшают качество жизни.

2. Биоэкономика и циркулярное производство (эколого-экономический синтез): интегральные инновации сокращают отходы и издержки, создавая новые рынки.

3. Технологии активного долголетия и инклюзии (социально-экономический синтез): интегральные инновации расширяют занятость, снижают нагрузку на бюджет и повышают социальную сплоченность.

Традиционные инструменты инновационной политики (гранты на НИОКР, налоговые льготы, технопарки) недостаточно учитывают интегральный эффект. Предлагается внедрение следующих инструментов, ориентированных именно на квадроспиральное взаимодействие:

1. Конкурсы и гранты с обязательной тройной оценкой. Финансирование получают проекты, которые предоставляют расчет ожидаемого эффекта по трем сферам (экологической, экономической, социальной) с использованием соответствующих индикаторов. Приоритет – проектам с двойным или тройным позитивным эффектом. Оценка производится комиссией, включающей представителей всех четырех спиралей.

2. Акселераторы социально-экологических стартапов. Специализированные программы ускорения для МСП и стартапов, разрабатывающих интегральные инновации. Включают менторинг по ESG-отчетности, помощь в привлечении «зеленых» инвестиций, пилотное внедрение на муниципальных площадках.

3. Платформы соучаствующего проектирования. Цифровые и офлайн-площадки, где граждане, бизнес, ученые и власти совместно формулируют задачи и прототипы решений. Пример: краудсорсинговые конкурсы на решение локальной экологической проблемы с обязательным учетом социальных последствий. Платформы обеспечивают обратную связь от конечных пользователей на ранних стадиях.

4. Обязательная процедура SESIA (Strategic Environmental and Social Impact Assessment) для крупных инновационных проектов, претендующих на региональную поддержку. В отличие от традиционной оценки воздействия на окружающую среду, SESIA оценивает также социальные последствия (занятость уязвимых групп, влияние на здоровье, распределение выгод) и требует расчета интегральных индикаторов (ИНИОКР, ЗИ). Без положительного заключения SESIA проект не допускается к финансированию из региональных источников. Это снижает риск имитации интегральности («зеленого пиара»).

5. «Лаборатории устойчивости» как институциональный эксперимент. Пилотные территории (город, район, промышленная зона), где вводится особый режим апробации интегральных инноваций: упрощенные регуляторные процедуры, бюджетный эксперимент (например, «социальный контракт» на зеленые технологии), обязательное вовлечение всех акторов квадроспирали. Успешные практики затем тиражируются на весь регион.

Ни один из перечисленных инструментов не будет эффективен без закрепления в региональных стратегических документах. Поэтому необходимо:

1. Включить в **стратегию социально-экономического развития региона** отдельный раздел «Интегральные инновации для устойчивого развития» с целевыми показателями (ИНИОКР, ЗИ, ЧТЭ).

2. Установить в **государственных программах** (промышленность, экология, социальная защита) кросс-ведомственные индикаторы, стимулирующие синтез. Например, при оценке эффективности программы содействия занятости учитывать долю «зеленых» рабочих мест, созданных для уязвимых групп.

3. Ввести в **контракты с руководителями региональных институтов развития** (фондов, технопарков) KPI, связанные с интегральными индикаторами, а не только с объемом выданных грантов.

В целом, модель управления интегральными инновациями представляет собой не просто набор рекомендаций, а системную конструкцию, объединяющую акторов (квадроспираль), приоритетные направления (фронтиры), инструменты и стратегические рамки. Интегральные инновации запускают в регионе три положительные обратные связи:

1. «Человеческий капитал → инновации → экология». Улучшение экологии и социальной среды привлекает таланты, которые генерируют новые инновации, дополнительно улучшающие эти сферы.

2. «Инновации → бюджет → реинвестирование». Инновации снижают издержки и расширяют налоговую базу, позволяя реинвестировать бюджетные средства в поддержку интегральных проектов.

3. «Доверие → кооперация → регуляторика». Успешные проекты повышают доверие между властью, бизнесом, наукой и обществом, что упрощает регуляторику и снижает барьеры для инноваций.

Благодаря этим механизмам регион переходит от логики компромисса (trade-off) к взаимному усилению: экономический рост перестает противоречить экологии и социуму. Переход требует критической массы – ИНИОКР выше 20%. Эффект носит долгосрочный и кумулятивный характер: окупаемость наступает через 5-10 лет, а каждая последующая инновация усиливает результат предыдущих.

Предложенная модель имеет ряд ограничений:

1. Статистические: отсутствие регулярных региональных данных по ряду социально-экологических индикаторов, особенно на микроуровне (например, распределение «зеленых» рабочих мест по уязвимым группам).

2. Институциональные: высокая бюрократическая инерция, слабость гражданского общества во многих регионах, что затрудняет полноценную реализацию квадроспирали.

3. Временные: эффект от интегральных инноваций проявляется за горизонтом 5-10 лет, тогда как политическое планирование часто ограничено 3-5 годами, что создает риск свертывания программ при смене руководства.

Перечисленные ограничения не делают предложенную модель нереализуемой, а лишь указывают на необходимость специальных институциональных механизмов, способных их компенсировать. Региональная политика должна целенаправленно культивировать инновации с мультипликативным эффектом, а не только экономическую отдачу. Переход к синтезу экологических, экономических и социальных целей требует реформы институтов поддержки: законодательного закрепления SESIA для всех крупных инновационных проектов; создания межведомственного совета по устойчивому развитию при главе региона; запуска пилотных «лабораторий устойчивости» – территорий с особым режимом апробации интегральных решений; переориентации региональных фондов поддержки инноваций с технологического «блеска» на измеримые тройные результаты. Только такая политика обеспечит долгосрочную устойчивость и конкурентоспособность региона в XXI в.

Литература

1. Chaparro-Banegas, N., Ibañez Escribano, A.M., Mas-Tur, A., Roig-Tierno, N. (2024), «Innovation facilitators and sustainable development: a

country comparative approach», Environment, Development and Sustainability, No. 26, pp.8467-8495. https://doi.org/10.1007/s10668-023-03055-w.

2. Clifton, N., et al. (2024), «Missing missions or partial missions? Translating circular economy directionality into place-based transformative action», Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Vol. 17, No. 3, pp.649-665. https://doi.org/10.1093/cjres/rsae027.

3. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000), «The dynamics of innovation: from National Systems and «Mode 2» to a Triple Helix of university–industry–government relations», Research Policy, Vol. 29, No. 2, pp.109-123.

4. Fromhold-Eisebith, M. (2024), «How can a regional innovation system meet circular economy challenges? Conceptualization and empirical insights from Germany», Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Vol. 17, No. 3, pp.637-648. https://doi.org/10.1093/cjres/rsae024.

5. Irungu, R.W., Liu, Z., Liu, X., Wanjiru, A.W. (2023), «Role of Networks of Rural Innovation in Advancing the Sustainable Development Goals: A Quadruple Helix Case Study», Sustainability, No. 15(17), pp.13221. https://doi.org/10.3390/su151713221.

6. Liu, W., Kang, M., Chen, Y. (2026), «Innovative policy synergies driving inclusive green growth: causal inference based on double machine learning», Frontiers in Environmental Science, Vol. 14. https://doi.org/10.3389/fenvs.2026.1735611.

7. Rodrigues, A.O., Marques, C.S., Ramadani, V. (2023), «Artisan entrepreneurship: influence and network in the development of sustainable strategies in cross-border low-density territories through a Quintuple Helix paradigm», Review of International Business and Strategy, No. 34(1), pp.1-23. https://doi.org/10.1108/ribs-09-2023-0103.

8. Schlaile, M.P., Friedrich, J., Zscheischler, J. (2024), «Rethinking regional embeddedness and innovation systems for transitions towards just, responsible, and circular bioeconomies», Journal of Circular Economy, Vol. 2, No. 1. https://doi.org/10.55845/DTFI9420.

9. Suzic, B., Urban, S., Hellwig, M., Dobler, M. (2022), «Smart circular economy value drivers: The role of the financial sector in stimulating smart regional innovation-driven growth». In S.West, J. Meierhofer, & U. Mangla (Eds.), Smart Services Summit. Smart Services Supporting the New Normal, pp.5566. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97042-0.

10. Yakovenko, N.V., Semenova, L.V., Nikolskaya, E.Y. (2024), «Innovative Development of Russian Regions: Assessment and Dynamics in the Context of Sustainable Development», Sustainability, No. 16(3), pp.1271. https://doi.org/10.3390/su16031271.

11. Коба, А.В. (2024), «Реализация концепции инновационного развития в контексте устойчивого развития региона», Экономика и управление: проблемы, решения, Т. 4, №11(152), С.40-45. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.11.04.005.

12. Симонов, С.В. (2025), «Инструментарий устойчивого развития региональных экономических систем на современном этапе с учетом процессов трансформации инновационной деятельности», Вестник Самарского государственного экономического университета, №7, С.80-86.

The role of innovations in ensuring sustainable development of the region: synthesis of environmental, economic and social aspects

Sokolov S.N., Jian Zhang, Epinina V.S.
Volgograd State University, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The relevance of the study is determined by the need to overcome the conflict between environmental constraints, economic growth and social well-being at the regional level, where the traditional logic of trade-offs does not allow achieving sustainable development goals. The article substantiates that the sectoral approach to innovations (environmental, economic, and social innovations separately) is unable to generate synergistic effects, whereas integral innovations that simultaneously address challenges in two or more spheres act as a key mechanism for synthesis. The authors propose an original interpretation of «integral innovations for sustainable development», specifying a typology of innovations (ecological-economic, eco-social, socio-economic, and triple) and introducing a system of integral synergy indicators: the share of integral R&D, the number of technologies with double / triple effect, the Green Inclusiveness Index, and the Goal Synchronization Coefficient. Based on the adaptation of the quadruple helix model to regional specifics, the authors present a methodology for calculating the composite balance index, which allows assessing not only the level of development in each dimension but also the degree of their mutual reinforcement under the influence of innovations. Practical recommendations are formulated for transforming regional innovation policy: the introduction of mandatory Strategic Environmental and Social Impact Assessment (SESIA) for large innovation projects, the establishment of an interdepartmental council for sustainable development under the head of the region, and the launch of pilot «sustainability laboratories» – territories with a special regime for testing integral solutions with the participation of all quadruple helix actors.

Keywords: regional sustainable development, integral innovations, quadruple helix, regional innovation policy, indicator system, innovation development, region.

References

1. Chaparro-Banegas, N., Ibañez Escribano, A.M., Mas-Tur, A., Roig-Tierno, N. (2024), "Innovation facilitators and sustainable development: a country comparative approach," Environment, Development and Sustainability, No. 26, pp.8467-8495. https://doi.org/10.1007/s10668-023-03055-w.
2. Clifton, N., et al. (2024), "Missing missions or partial missions? Translating circular economy directionality into place-based transformative action", Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Vol. 17, No. 3, pp.649-665. https://doi.org/10.1093/cjres/rsae027.
3. Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000), "The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university–industry–government relations", Research Policy, Vol. 29, No. 2, pp.109-123.
4. Fromhold-Eisebith, M. (2024), "How can a regional innovation system meet circular economy challenges? Conceptualization and empirical insights from Germany", Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, Vol. 17, No. 3, pp.637-648. https://doi.org/10.1093/cjres/rsae024.
5. Irungu, R.W., Liu, Z., Liu, X., Wanjiru, A.W. (2023), "Role of Networks of Rural Innovation in Advancing the Sustainable Development Goals: A Quadruple Helix Case Study", Sustainability, No. 15(17), pp.13221. https://doi.org/10.3390/su151713221.
6. Liu, W., Kang, M., Chen, Y. (2026), "Innovative policy synergies driving inclusive green growth: causal inference based on double machine learning," Frontiers in Environmental Science, Vol. 14. https://doi.org/10.3389/fenvs.2026.1735611.
7. Rodrigues, A.O., Marques, C.S., Ramadani, V. (2023), "Artisan entrepreneurship: influence and network in the development of sustainable strategies in cross-border low-density territories through a Quintuple Helix paradigm," Review of International Business and Strategy, No. 34(1), pp.1-23. https://doi.org/10.1108/ribs-09-2023-0103.
8. Schlaile, M.P., Friedrich, J., Zscheischler, J. (2024), "Rethinking regional embeddedness and innovation systems for transitions towards just, responsible, and circular bioeconomies", Journal of Circular Economy, Vol. 2, No. 1. https://doi.org/10.55845/DTFI9420.
9. Suzic, B., Urban, S., Hellwig, M., Dobler, M. (2022), "Smart circular economy value drivers: The role of the financial sector in stimulating smart regional innovation-driven growth." In S. West, J. Meierhofer, & U. Mangla (Eds.), Smart Services Summit. Smart Services Supporting the New Normal, pp.5566. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97042-0.
10. Yakovenko, N.V., Semenova, L.V., Nikolskaya, E.Y. (2024), "Innovative Development of Russian Regions: Assessment and Dynamics in the Context of Sustainable Development", Sustainability, No. 16(3), pp.1271. https://doi.org/10.3390/su16031271.
11. Koba, A.V. (2024), "Implementation of the Concept of Innovative Development in the Context of Sustainable Development of the Region", Economy and Management: Problems, Solutions, Vol. 4, No. 11 (152), pp. 40-45. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.11.04.005.
12. Simonov, S.V. (2025), "Toolkit for Sustainable Development of Regional Economic Systems at the Present Stage Taking into Account the Processes of Transformation of Innovative Activity", Bulletin of the Samara State University of Economics, No. 7, pp. 80-86.

Продуктовый подход в управлении инновационными проектами крупных корпораций: эволюция, содержание и методологические ограничения

Федоров Денис Андреевич
аспирант, факультет Бизнеса, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»», i@fedorovdenis.ru

Актуальность исследования обусловлена ускорением технологических изменений, усложнением корпоративных инновационных систем и ограниченностью традиционного проектного управления, ориентированного преимущественно на сроки, бюджет и завершение этапов, но недостаточно учитывающего долгосрочную рыночную результативность инноваций. Цель статьи заключается в теоретико-методологическом обосновании продуктового подхода как самостоятельной управленческой парадигмы инновационного менеджмента крупных корпораций. В качестве объекта исследования выступает система управления инновационными проектами крупных корпораций. Методическую основу составили системный и сравнительный подходы, контент-анализ научных публикаций, а также логико-структурный анализ эволюции управленческих моделей инновационной деятельности. В результате исследования установлено, что продуктовый подход представляет собой закономерный этап развития инновационного менеджмента, обеспечивающий переход от управления выполнением проекта к управлению жизненным циклом инновационного продукта и создаваемой им ценностью. Выявлено, что его эффективное внедрение требует преодоления институциональных, организационных и культурных ограничений корпоративной среды.

Ключевые слова: продуктовый подход, инновационный менеджмент, крупные корпорации, инновационные проекты, продуктовая ценность, корпоративное управление, продуктовые команды.

Введение

В современных условиях ускоряющейся цифровой трансформации, роста технологической турбулентности и усиления конкурентного давления инновационная деятельность крупных корпораций приобретает значение одного из ключевых факторов долгосрочной устойчивости и стратегического развития. При этом традиционные модели управления инновациями, основанные преимущественно на проектной логике, обеспечивая контроль сроков, ресурсов и этапов реализации, все в меньшей степени отвечают требованиям среды, в которой решающее значение приобретают скорость адаптации, гибкость управленческих решений и способность организации непрерывно формировать рыночную ценность продукта [3; 5; 7].

Научный интерес к проблеме обусловлен не только распространением продуктового подхода в корпоративной практике, но и необходимостью его теоретико-методологического осмысления в контексте инновационного менеджмента. В современной литературе подчеркивается, что инновация все чаще рассматривается не как разовая проектная инициатива, а как развиваемый продукт, требующий постоянной валидации, межфункциональной координации и согласования со стратегическими приоритетами компании [4; 10]. Одновременно исследователи указывают на ограниченность механического переноса продуктовой логики в крупные корпоративные структуры, сохраняющие институциональную инерцию, функциональную фрагментацию и жесткие контуры согласований [1; 6].

Несмотря на заметное расширение научных публикаций по вопросам инновационного развития организаций, перехода к инновационному менеджменту и совершенствования корпоративных механизмов управления, в научной литературе сохраняется недостаточная проработанность вопроса о продуктовом подходе как самостоятельной управленческой парадигме именно применительно к инновационным проектам крупных корпораций [2; 8; 9].

В связи с этим цель статьи состоит в теоретическом обосновании продуктового подхода в системе управления инновационными проектами крупных корпораций, выявлении логики его становления и определении ключевых методологических ограничений его применения в корпоративной среде.

Материалы и методы исследований

Материалы исследования составили научные публикации российских авторов 2021–2026 гг., посвящённые инновационному менеджменту, продуктовому подходу, корпоративному управлению инновациями и трансформации управленческих моделей крупных компаний, а также теоретические положения, сформированные в рамках первой главы диссертационного исследования. В исследовательский массив включались работы, в которых одновременно раскрывались не менее одного из следующих аспектов: специфика управления инновационными проектами в крупных корпорациях; различия между проектной и продуктовой логикой управления; организационные условия формирования продуктовых команд; ограничения внедрения продуктового подхода в иерархически устроенных корпоративных системах. Исключались публикации, носящие сугубо прикладной IT-характер без управленческого анализа, а также тексты, в которых продуктовый подход упоминался фрагментарно, без содержательной связи с инновационной деятельностью крупных организаций.

Методическая конструкция исследования строилась как последовательное сочетание системного, сравнительного, структурно-функционального и проблемно-логического подходов. На первом этапе был проведён контент-анализ отобранных научных публикаций с целью выявления устойчиво повторяющихся смысловых единиц, характеризующих объект управления, горизонт принятия решений, критерии результативности, тип организационного взаимодействия и природу ограничений внедрения продуктового подхода. На втором этапе осуществлялся сравнительный анализ проектной и продуктовой моделей управления по ряду аналитических признаков: объект управления, управленческий ориентир, временной горизонт, тип координации, набор ключевых метрик и конечный управленческий результат. На третьем этапе применялся структурно-функциональный анализ, позволивший определить, каким образом изменение управленческой логики влияет на распределение

полномочий, характер межфункционального взаимодействия и связь инновационной деятельности с корпоративными стратегическими целями.

Для повышения доказательности результатов использовался метод аналитической типологизации, на основе которого были сгруппированы основные ограничения внедрения продуктового подхода в крупных корпорациях по четырём блокам: институциональному, организационному, методологическому и культурному.

Итоговая интерпретация полученных данных осуществлялась с помощью логико-теоретического обобщения, позволившего перейти от описания отдельных позиций в литературе к формулированию авторских выводов о закономерностях становления продуктового подхода как самостоятельной управленческой парадигмы инновационного менеджмента крупных корпораций.

Результаты и обсуждения

Проведённое исследование позволило установить, что развитие инновационного менеджмента в крупных корпорациях сопровождается последовательным изменением управленческой логики: от приоритета контроля проектного исполнения к приоритету управления жизненным циклом инновационного продукта. Анализ научных публикаций показал, что традиционный проектный подход продолжает сохранять значимость как организационный механизм координации сроков, бюджета, этапов и зон ответственности, однако в условиях высокой технологической изменчивости и нестабильности спроса его возможностей недостаточно для обеспечения устойчивой результативности инновационной деятельности [3; 5; 7]. В современной корпоративной среде инновация уже не может оцениваться исключительно по факту завершения проекта, поскольку её стратегическая значимость определяется степенью рыночного принятия, потенциалом масштабирования, скоростью адаптации к обратной связи и вкладом в формирование долгосрочной ценности компании [4; 8; 9].

В ходе исследования выявлено, что продуктовый подход формирует иную модель управленческого мышления, в рамках которой инновационный результат рассматривается не как конечный итог выполнения набора работ, а как объект непрерывного развития и валидации. Специфика данной модели означает перенос акцента с исполнения заранее утверждённого плана на постоянное уточнение продуктовой гипотезы, её проверку на основе данных использования и корректировку управленческих решений в зависимости от реакции внешней среды [4; 10]. Для крупных корпораций такая логика приобретает особую значимость, поскольку именно в них инновационная деятельность разворачивается в условиях сложной организационной архитектуры, множественности центров принятия решений, высокой стоимости ресурсных ошибок и необходимости согласования инновационных инициатив со стратегическими и инвестиционными приоритетами [1; 6]. Следовательно, продуктовый подход выступает не просто как более современная техника управления, а как форма переосмысления самой природы инновационного процесса в корпоративной системе. Для уточнения полученных различий в исследовании был проведён сравнительный анализ проектной и продуктовой логики управления инновациями крупных корпораций, результаты которого представлены в таблице 1.

Таблица 1
Сравнительная характеристика проектного и продуктового подходов в управлении инновациями крупных корпораций

Критерий	Проектный подход	Продуктовый подход
Объект управления	инновационный проект как временная инициатива	инновационный продукт как развиваемый актив
Основной управленческий ориентир	соблюдение сроков, бюджета, этапов	создание, подтверждение и развитие продуктовой ценности
Горизонт управления	ограничен рамками проекта	охватывает жизненный цикл продукта
Организация взаимодействия	последовательная передача функций между подразделениями	кросс-функциональная координация вокруг продукта
Ключевые показатели	сроки, бюджет, выполнение технического задания	использование, удержание, масштабируемость, рыночный и экономический эффект
Итоговый результат	завершение проекта в заданных параметрах	устойчивый рыночный результат и развитие продукта

Как мы видим, различия между рассматриваемыми подходами носят не локальный инструментальный, а системный характер. Проектная логика строится вокруг исполнения, регламентации и завершённости, тогда как продуктовая логика ориентирована на ценность, адаптацию и обратную связь [4; 7; 10]. Именно поэтому продуктовый подход целесообразно рассматривать как самостоятельную управленческую парадигму инновационного менеджмента крупных корпораций. Его содержание выходит за пределы традиционного проектного управления, поскольку меняет не только методы координации, но и критерии результативности, временной горизонт управления, а также принципы включения инновационной деятельности в стратегический контур компании [2; 5; 8].

Существенным результатом исследования стало выявление того, что переход к продуктовому подходу обеспечивает для крупных корпораций более тесную связь между инновационной деятельностью и рыночной эффективностью. Если в проектной модели итогом чаще всего выступает факт завершения разработки в заданных параметрах, то в продуктовой модели управленческий результат определяется способностью инновации удерживаться в рыночной среде, адаптироваться к меняющимся запросам пользователей и создавать воспроизводимый экономический эффект [4; 9; 10]. Тем самым инновация начинает рассматриваться не как разовая инициатива с ограниченным сроком реализации, а как стратегический актив, требующий постоянного управленческого сопровождения. Инновация в виде стратегического актива позволяет преодолеть традиционный для корпоративного инновационного менеджмента разрыв между внутренней успешностью проекта и внешней успешностью инновационного продукта [3; 5; 7].

Необходимо подчеркнуть, что внедрение продуктового подхода в крупных корпорациях сопровождается рядом устойчивых ограничений, снижающих его практическую результативность. Исследование позволило установить, что эти ограничения сосредоточены не столько в недостаточности самих продуктовых инструментов, сколько в несоответствии между их итеративной природой и управленческой средой крупной корпорации [1; 6; 10]. В организациях с жёсткой функциональной дифференциацией, многоступенчатой системой согласований и преобладанием регламентной логики продуктовая команда нередко получает ответственность за результат без достаточных полномочий для изменения гипотез, перераспределения ресурсов и оперативного пересмотра траектории развития инновации. В результате продуктовый подход нередко внедряется формально: изменяются названия ролей, появляются отдельные продуктовые ритуалы и метрики, однако базовые механизмы принятия решений сохраняют проектно-бюрократический характер [1; 3; 6]. Для систематизации выявленных ограничений была проведена их аналитическая группировка, результаты которой представлены в таблице 2.

Таблица 2
Основные ограничения внедрения продуктового подхода в крупных корпорациях

Группа ограничений	Содержание ограничения	Управленческое последствие
Институциональные	доминирование регламентов, сметной логики, многоступенчатых согласований	замедление принятия решений и снижение гибкости
Организационные	рассредоточение полномочий между функциональными блоками, проектным офисом и продуктовой командой	разрыв между ответственностью и правом управленческого действия
Методологические	формальное заимствование продуктовой терминологии без изменения управленческой логики	имитация трансформации и сохранение проектной инерции
Культурные	ориентация на безошибочность, вертикальный контроль, низкая терпимость к эксперименту	снижение инициативы и замедление валидации гипотез

Как мы видим, ключевое противоречие внедрения продуктового подхода состоит в столкновении двух различных управленческих режимов. С одной стороны, продуктовая логика требует коротких циклов проверки гипотез, допустимости промежуточной неопределённости, высокой автономии команды и права на корректировку решений по данным обратной связи. С другой стороны, корпоративная среда крупных компаний ориентирована на процедурную стабильность, воспроизводимость, предсказуемость и многоуровневый контроль [1; 3; 10]. Именно это противоречие объясняет, почему в ряде крупных корпораций продуктовая трансформация не приводит к ожидаемому росту инновационной результативности: формально обновляется словарь управления, но не меняются принципы распределения полномочий, критерии инвестиционной оценки и механизм включения продукта в стратегическую повестку компании [6; 10].

Обсуждение полученных результатов позволяет утверждать, что научная значимость продуктового подхода заключается в его способности интегрировать ранее разрозненные контуры корпоративного инновационного управления. В рамках продуктовой логики инновационный продукт становится точкой соединения стратегического управления, организационного проектирования, маркетинговой аналитики, инвестиционной оценки и процессов межфункционального взаимодействия [4; 5;

7]. И именно становление соединительной точкой играет важное значение для крупных корпораций, где инновационная деятельность традиционно распадается на отдельные функциональные блоки и нередко утрачивает целостную ориентацию на конечную рыночную ценность. Продуктовый подход, напротив, позволяет объединить создание решения, его тестирование, адаптацию, продвижение и масштабирование в единую управленческую систему, ориентированную на подтверждаемый результат [8; 9].

Вместе с тем проведённое исследование показывает, что успешная реализация продуктового подхода возможна лишь при условии более глубокой трансформации корпоративной управленческой архитектуры. Речь идёт не о локальном внедрении отдельных инструментов продуктового менеджмента, а о перестройке принципов координации инновационной деятельности: развитии кросс-функциональных команд, включении продуктовых метрик в стратегический и инвестиционный контур, сокращении избыточных согласовательных барьеров и изменении отношения к эксперименту как к нормальному механизму управляемого поиска эффективного решения [1; 6; 10]. Следовательно, результаты исследования позволяют рассматривать продуктовый подход не только как способ повышения эффективности инновационных проектов, но и как направление качественного обновления всей системы корпоративного инновационного управления.

Выводы

В результате проведённого исследования установлено, что продуктовый подход в управлении инновационными проектами крупных корпораций отражает не частичное обновление традиционного проектного инструментария, а переход к иной управленческой логике, в центре которой находится не завершение отдельной инициативы, а формирование, развитие и масштабирование инновационного продукта как носителя потребительской и экономической ценности. Из этого следует, что в современных условиях инновационный менеджмент крупных корпораций все в большей степени смещается от контроля исполнения проектных параметров к управлению жизненным циклом продукта, его рыночной валидацией и долгосрочной результативностью.

В ходе исследования было выявлено, что различия между проектным и продуктовым подходами носят системный характер и затрагивают ключевые параметры управленческой модели: объект управления, горизонт принятия решений, организацию межфункционального взаимодействия, критерии оценки эффективности и конечный результат инновационной деятельности. Если проектная логика ориентирована преимущественно на соблюдение сроков, бюджета и этапности реализации, то продуктовая логика строится вокруг непрерывной адаптации решения к требованиям рынка, данным использования и стратегическим приоритетам корпорации. Тем самым показано, что продуктовый подход обеспечивает более тесную связь инновационной деятельности с задачами стратегического развития компании и выступает механизмом повышения управленческой чувствительности к изменениям внешней среды.

Исследованием доказано, что основным барьером внедрения продуктового подхода в крупных корпорациях выступает противоречие между его итеративной, гибкой и ценностно-ориентированной природой и сохраняющейся в корпоративной среде регламентно-иерархической моделью управления. Систематизация научных позиций позволила установить, что институциональные, организационные, методологические и культурные ограничения проявляются в доминировании жестких процедур согласования, разрыве между ответственностью и полномочиями продуктовых команд, формальном использовании продуктовой терминологии без изменения управленческой логики, а также в ориентации корпоративной культуры на минимизацию отклонений вместо управляемого эксперимента. Следовательно, слабая результативность внедрения продуктового подхода в ряде крупных компаний объясняется не его содержательной ограниченностью, а неполнотой организационной трансформации среды применения.

По итогам исследования обосновано, что практическая результативность продуктового подхода определяется глубиной перестройки корпоративной управленческой архитектуры. Такая перестройка предполагает развитие кросс-функциональных команд, интеграцию продуктовых метрик в стратегический и инвестиционный контур управления, сокращение избыточных согласовательных барьеров и изменение критериев оценки инновационной деятельности с внутренне-процессных на внешне-результативные. В этом состоит основной научный результат статьи: продуктовый подход раскрыт как самостоятельная управленческая парадигма инновационного менеджмента крупных корпораций, применение которой позволяет преодолевать разрыв между разработкой инновации и её реальной рыночной эффективностью.

Литература

1. Афанасьев, А. А. Цифровая трансформация промышленного производства: теоретические аспекты и политика ее реализации : научный доклад / А. А. Афанасьев. – Москва : Институт экономики РАН, 2024. – 76 с. – ISBN 978-5-9940-0755-6.
2. Зайцев, И. А. Оценки инновационной деятельности малых и средних предприятий в условиях цифровой экономики : монография / И. А. Зайцев, Ю. В. Гусев, Е. В. Скубрий [и др.] ; под редакцией Р. М. Гасанова, В. А. Слепова, Л. Я. Маршавиной. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. – 130 с. – ISBN 978-5-4497-2668-1. – Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/135947.html (дата обращения: 02.04.2026).
3. Кудрин, А. К. Переход компаний к инновационному менеджменту как драйверу повышения стабильного состояния организаций / А. К. Кудрин, В. И. Хабаров // Ученые записки Российской академии предпринимательства. – 2025. – Т. 24, № 3. – С. 58–67. – DOI 10.24182/2073-6258-2025-24-3-58-67.
4. Кулик, А. В. Продуктовый подход в управлении проектами внутрифирменного предпринимательства / А. В. Кулик // Индустриальная экономика. – 2025. – № 1. – С. 49–59.
5. Максимов, М. И. Инновационный менеджмент в эпоху цифровой трансформации: вызовы и возможности для организаций / М. И. Максимов, А. О. Смольяков // Индустриальная экономика. – 2023. – № 3. – С. 155–163.
6. Мохи Эддин Хусам. Инновационные подходы к управлению крупными международными компаниями / Мохи Эддин Хусам, С. Н. Яшин // Прогрессивная экономика. – 2023. – № 12. – С. 20–38. – DOI 10.54861/27131211_2023_12_20.
7. Назюта, С. В. Основные подходы к развитию инновационной деятельности организаций в Российской Федерации / С. В. Назюта, А. А. Островская, Р. Ш. Таржманова // Креативная экономика. – 2024. – Т. 18, № 3. – С. 555–574. – DOI 10.18334/ce.18.3.120689.
8. Плешивцев, М. А. Управление технологическими инновациями в компаниях телекоммуникационной сферы / М. А. Плешивцев // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 303–312. – DOI 10.18334/epp.15.1.122394.
9. Поникарова, А. С. Новые подходы к управлению инновациями на предприятиях в условиях перехода к экономике замкнутого цикла / А. С. Поникарова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 12. – С. 4609–4622. – DOI 10.18334/ce.17.12.120025.
10. Пятыжкин, С. С. Продуктовый подход в российских компаниях / С. С. Пятыжкин // Вестник Евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № S6. – URL: https://esj.today/12FAVN623.html (дата обращения: 02.04.2026).

Product approach in the management of innovative projects of large corporations: evolution, content and methodological limitations

Fedorov D.A.
Moscow Financial and Industrial University «Synergy»

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The relevance of the research is due to the acceleration of technological changes, the increasing complexity of corporate innovation systems, and the limitations of traditional project management, which focuses primarily on deadlines, budgets, and completion stages, but does not sufficiently take into account the long-term market effectiveness of innovations. The purpose of the article is the theoretical and methodological substantiation of the product approach as an independent management paradigm of innovation management of large corporations. The object of the research is the innovation project management system of large corporations. The methodological basis consists of systematic and comparative approaches, content analysis of scientific publications, as well as a logical and structural analysis of the evolution of management models of innovation. As a result of the research, it was found that the product approach represents a natural stage in the development of innovation management, ensuring the transition from project management to managing the lifecycle of an innovative product and the value it creates. It is revealed that its effective implementation requires overcoming the institutional, organizational and cultural limitations of the corporate environment.

Keywords: product approach, innovative management, large corporations, innovative projects, product value, corporate governance, product teams.

References

1. Afanasyev, A. A. Digital transformation of industrial production: theoretical aspects and policy of its implementation : scientific report / A. A. Afanasyev. Moscow : Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, 2024. 76 p. ISBN 978-5-9940-0755-6.
2. Zaitsev, I. A. Evaluation of innovation activities of small and medium-sized enterprises in the digital economy : a monograph / I. A. Zaitsev, Yu. V. Gusev, E. V. Skubri [et al.] ; edited by R. M. Gasanov, V. A. Slepov, L. Ya. Marshavina. – Moscow : AI Art Media, 2023. – 130 p. – ISBN 978-5-4497-2668-1. – Text : electronic // IPR SMART : [website]. – URL: https://www.iprbookshop.ru/135947.html (date of request: 04/02/2026).
3. Kudrin, A. K. The transition of companies to innovative management as a driver of improving the stable condition of organizations / A. K. Kudrin, V. I. Khabarov // Scientific Notes of the Russian Academy of Entrepreneurship. – 2025. – Vol. 24, No. 3. – pp. 58-67. – DOI 10.24182/2073-6258-2025-24-3-58-67.
4. Kulik, A.V. The product approach in project management of intra-company entrepreneurship / A.V. Kulik // Industrial Economics. - 2025. – No. 1. – pp. 49-59.

Организационно-экономические механизмы стимулирования инновационной активности в образовании: от разовых проектов к системному управлению

Цветков Николай Николаевич
ассистент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), gsskkolay@gmail.com

В статье рассматриваются организационно-экономические механизмы стимулирования инновационной активности в региональной системе образования. На основе апробации структурно-функциональной модели региональной системы образования (РСО) на материалах Владимирской области выявлен устойчивый дисбаланс: при высокой трансляционной активности и инновационной восприимчивости генерационная активность остаётся умеренной. Причина – фрагментарность применяемых мер поддержки, отсутствие системной увязки инструментов с фазами инновационного цикла (генерация – трансляция – внедрение). Предлагается классификация организационно-экономических механизмов по объекту воздействия (педагог, образовательная организация, муниципалитет) и фазе цикла. Разработана модель интеграции этих механизмов в единый замкнутый контур, включающий мониторинг, целеполагание, применение инструментов, оценку эффективности и коррекцию. На примере Владимирской области проанализированы действующие механизмы, выявлены узкие места, даны рекомендации по их устранению. Модель позволяет перейти от разовых проектов к системной организации стимулирования инновационной активности.

Ключевые слова: региональная система образования, инновационная активность, организационно-экономические механизмы, стимулирование инноваций, классификация инструментов, системное управление, Владимирская область.

Переход от эпизодической поддержки инноваций к созданию целостных систем стимулирования в образовании остаётся одной из ключевых задач на региональном уровне. Апробация структурно-функциональной модели региональной системы образования (РСО) на материалах Владимирской области выявила устойчивый дисбаланс: при высокой трансляционной активности и инновационной восприимчивости генерационная активность остаётся умеренной [11]. Это означает, что регион в значительной степени выступает пользователем и распространителем инноваций, но не их самостоятельным генератором. Одной из причин такого дисбаланса является фрагментарность применяемых мер поддержки – разовые проекты (конкурсы, гранты, отдельные площадки) не обеспечивают устойчивого влияния на массовую практику.

В научной литературе и управленческой практике накоплен значительный арсенал инструментов стимулирования инноваций: финансовые (гранты, субсидии, стимулирующие выплаты), организационные (региональные инновационные площадки, конкурсы, рейтинги), информационно-методические (цифровые платформы, повышение квалификации) и институциональные (эффективный контракт, показатели эффективности) [1; 2]. Однако эти инструменты, как правило, применяются изолированно, без привязки к фазам инновационного цикла и без механизма обратной связи, позволяющего корректировать набор мер в зависимости от текущего состояния РСО. Отсутствие системной модели, связывающей инструменты стимулирования с диагностированными дисбалансами, приводит к тому, что даже при высоких ресурсных вложениях инновационная активность остаётся невысокой.

Цель данной статьи – разработать и апробировать модель системного стимулирования инновационной активности РСО на основе классификации организационно-экономических механизмов, привязанной к фазам инновационного цикла. Для достижения цели решаются следующие задачи: классифицировать механизмы стимулирования по объекту воздействия и фазе инновационного цикла; проанализировать региональные практики (на примере Владимирской области); предложить модель, интегрирующую эти механизмы в единый замкнутый контур; выявить узкие места и дать адресные рекомендации.

Инновационная активность образовательной организации или педагога – это интегральная характеристика, отражающая интенсивность, масштаб и результативность процессов генерации, трансляции и внедрения инноваций. В отличие от инновационного потенциала, который описывает ресурсную готовность (материально-техническая база, кадры, финансирование), инновационная активность фиксирует реализованную способность – фактически осуществлённые действия и достигнутые результаты [3]. Стимулирование должно быть направлено не только на наращивание ресурсов, но и на перевод потенциала в реальные инновационные действия.

Стимулирование инновационной активности традиционно опирается на теории мотивации. Согласно теории самодетерминации Деси и Райана, устойчивое инновационное поведение возникает при удовлетворении трёх базовых психологических потребностей: автономии, компетентности и связанности с другими [4]. В образовательной среде это означает, что педагоги и руководители школ должны не только получать внешние стимулы (гранты, надбавки, рейтинги), но и чувствовать себя авторами изменений, видеть результаты своей работы и получать признание коллег. Теория ожиданий Врума подчёркивает, что мотивация зависит от ожидания того, что усилия приведут к результату, результат – к вознаграждению, и что это вознаграждение ценно [5].

Инструменты стимулирования делятся на две группы. Экстринсивные стимулы – внешние по отношению к содержанию деятельности (гранты, премии, рейтинги, надбавки, административные требования). Они эффективны для запуска инновационной активности, но часто не обеспечивают её устойчивости после прекращения внешнего подкрепления. Интринсивные стимулы – внутренние, связанные с самим процессом инновационной деятельности: профессиональное развитие, автономия, признание в профессиональном сообществе, возможность влиять на образовательную политику. Именно они, согласно исследованиям, формируют долгосрочную вовлечённость педагогов в инновации [6]. Системное стимулирование должно сочетать оба типа стимулов, привязывая их к конкретным фазам инновационного цикла и обеспечивая обратную связь.

Для перехода от разовых проектов к системной организации необходимо упорядочить существующий арсенал инструментов. В литературе встречаются разные основания для классификации: по источнику финансирования, по субъекту инициативы, по форме воздействия [1; 2]. Однако для целей стимулирования инновационной активности РСО наиболее продуктивны два критерия: объект стимулирования (на кого направлено воздействие) и фаза инновационного цикла (генерация, трансляция, внедрение).

Объект стимулирования может находиться на трёх уровнях: педагог (непосредственный носитель инновационной деятельности), образовательная организация (школа, колледж, вуз как коллективный субъект), муниципалитет (орган местного самоуправления, отвечающий за сеть организаций). Инструменты, нацеленные на педагога, формируют индивидуальную мотивацию; на организацию – создают институциональные стимулы; на муниципалитет – задают региональную политику. Фаза инновационного цикла выделена на основе структурно-функциональной модели РСО, где различаются генерирующая, транслирующая и принимающая подсистемы [7]. Соответственно, инструменты могут стимулировать создание новых образовательных продуктов и методик (генерация), их распространение и освоение педагогами (трансляция), массовое внедрение в практику школ и колледжей (внедрение).

На пересечении этих двух измерений возникает двумерная классификация (таблица 1). В ней систематизированы основные организационно-экономические механизмы, используемые в российской и зарубежной практике.

Таблица 1

Классификация организационно-экономических механизмов стимулирования инновационной активности по объекту и фазе цикла

Фаза цикла	Педагог	Образовательная организация	Муниципалитет
Генерация	Гранты на индивидуальные инновационные проекты; премии за лучшую методическую разработку	Статус региональной инновационной площадки (РИП); субсидии на создание лабораторий	Конкурс муниципальных программ развития образования; гранты на межшкольные инновационные кластеры
Трансляция	Повышение квалификации по инновационным технологиям; наставничество; участие в профессиональных сообществах	Методическое сопровождение от института развития образования; цифровая платформа для обмена опытом	Развитие муниципальных методических служб; сетевое взаимодействие школ
Внедрение	Стимулирующие выплаты за использование инновационных методик; публичное признание (доски почёта, звания)	Рейтинг школ по инновационной активности; материально-техническая поддержка пилотных проектов	Целевые субсидии муниципалитетам на внедрение инноваций; показатели эффективности для глав

Источник: составлено автором на основе [1; 2; 8; 9].

Приведённая классификация позволяет преодолеть два типичных недостатка существующих подходов. Во-первых, многие регионы используют инструменты, не увязывая их с конкретной фазой цикла, из-за чего возникает, например, избыточное стимулирование генерации при полном отсутствии инструментов для внедрения. Во-вторых, инструменты часто нацелены только на образовательные организации, игнорируя индивидуальную мотивацию педагогов, что приводит к формальной отчётности без реальных изменений в классах. Зарубежный опыт (Финляндия, Эстония, Сингапур) подтверждает важность дифференцированного подхода: страны с наиболее динамичным инновационным развитием образования используют комбинацию инструментов, адресованных разным уровням – от учителя до министерства [10]. Ключевым условием успеха является наличие обратной связи: результаты мониторинга инновационной активности должны влиять на выбор и настройку инструментов.

Система образования Владимирской области объединяет 357 школ (151,5 тыс. учащихся), 30 колледжей и 11 вузов. Бюджет на образование в 2024 году составил 43,4 млрд руб. [12]. Регион обладает высоким ресурсным потенциалом, но демонстрирует дисбаланс: высокая трансляционная активность сочетается с умеренной генерационной. Анализ действующих организационно-экономических механизмов позволяет выявить причины.

Финансовые механизмы: ежегодно выделяется 10 грантов молодым учёным по 124 тыс. руб. [13]; ВлГУ получил грант на акселерационную программу [14]; на инициативное бюджетирование в сфере образования направлено 90 млн руб. [15]; стимулирующие выплаты педагогам не содержат специальных показателей инновационной активности (по данным открытых источников). Организационные механизмы: ежегодный конкурс инновационных школ определяет 10 победителей (5 городских и 5 сельских), получающих господдержку [16]; действуют 14 региональных инновационных площадок (РИП) и 12 федеральных [17; 18]. Информационно-методические механизмы: ВИРО реализует программы повышения квалификации по инновационным направлениям, онлайн-проект «Методический час», действует ЦНППМ [19]; все школы подключены к интернету, показатель «цифровая зрелость» превышает 65% [20]. Институциональные механизмы: эффективный контракт не содержит инновационных показателей; региональные нормативные акты, стимулирующие инновационную деятельность педагогов, отсутствуют.

Сопоставление с классификацией из таблицы 1 показывает, что в регионе отсутствуют механизмы для стимулирования генерации на уровне педагогов (индивидуальные гранты, премии за методические разработки) и для внедрения на уровне муниципалитетов (целевые субсидии, показатели эффективности для глав). Выявленные узкие места: финансовые стимулы не привязаны к инновациям на уровне школ и педагогов; инструменты разрознены, отсутствует единая система; слабая обратная связь; недостаток институциональных механизмов (эффективный контракт, показатели эффективности).

Разрозненные инструменты не дают устойчивого эффекта. Предлагаемая модель объединяет их в единый замкнутый контур, привязанный к фазам инновационного процесса. Модель основывается на принципах целостности (охват всех фаз и уровней), преемственности (от запуска до закрепления инновации), измеримости (выбор инструментов на основе данных мониторинга) и адаптивности (корректировка по результатам) [2; 8].

Замкнутый контур включает пять последовательных шагов. Первый – мониторинг инновационной активности по трём подсистемам (генерация, трансляция, внедрение) с использованием индикаторов, предложенных в первой статье [3; 9]. Второй – анализ и целеполагание: выявление узких мест (например, низкая генерация) и постановка приоритетов. Третий – применение организационно-экономических механизмов из таблицы 1 адресно, в зависимости от фазы отставания. Четвёртый – оценка эффективности: повторный мониторинг через год, сравнение с целевыми показателями. Пятый – коррекция: корректировка набора механизмов и их интенсивности.

Компоненты модели (четыре блока) соответствуют типам механизмов: финансово-экономический (гранты, субсидии, стимулирующие выплаты) [1]; организационно-управленческий (статус РИП, конкурсы, рейтингование) [7]; кадрово-методический (целевые КПК, наставничество, цифровые платформы); институционально-нормативный (показатели инновационной активности в эффективном контракте и для руководителей) [9; 8]. Ключевой механизм – обратная связь: результаты мониторинга определяют выбор инструментов, а оценка эффективности возвращается к целеполаганию. Это превращает разовые проекты в адаптивную систему стимулирования.

Для демонстрации работы модели используем данные региона, полученные в ходе предыдущего анализа. Текущий профиль инновационной активности: генерация – средний уровень (14 РИП, 12 ФИП, акселерационная программа ВлГУ); трансляция – высокий уровень (ЦНППМ, методические мероприятия, цифровая платформа); внедрение – выше среднего (конкурс инновационных школ, рост использования цифровых технологий). По данным апробации структурно-функциональной модели [11], индекс генерации составляет 0,42, индекс трансляции – 0,78, индекс восприимчивости – 0,65. Диагностировано узкое место – недостаточная генерация при хорошей трансляции и внедрении.

На основе этого целеполагание предполагает увеличение числа организаций-генераторов и объёма инновационных разработок (целевой индекс генерации 0,60). В соответствии с таблицей 1 для стимулирования генерации на уровне организаций предлагается расширение сети РИП (дополнительно 5–7 площадок) и запуск регионального грантового конкурса для школ и колледжей (5 грантов по 200 тыс. руб.). Для стимулирования генерации на уровне педагогов – введение специальной номинации «Лучшая инновационная методика» в конкурсе профессионального мастерства с премией 50 тыс. руб. Ожидаемый эффект через год – рост числа инновационных проектов на 30%, приближение индекса генерации к 0,55–0,60. При недостаточном эффекте возможна коррекция: увеличение объёма грантов, добавление обязательства по публикации результатов, создание межорганизационных консорциумов (вуз + школа + колледж).

Системные узкие места, выявленные в регионе: отсутствие обратной связи от школ к вузам (рекомендуется создать реестр инновационных проектов с обязательной ежегодной отчётностью и семинарами с участием вузовских исследователей); слабое использование рейтингования (рекомендуется ввести ежегодный рейтинг школ по инновационной активности с публикацией на сайте министерства и разбором полётов для

аутсайдеров); отсутствие привязки эффективного контракта к инновациям (рекомендуется дополнить показатели эффективного контракта педагога критериями «участие в разработке и апробации инновационной методики», «статус РИП», «победа в конкурсе инновационных проектов» [9]; аналогичные показатели ввести для руководителей школ и муниципальных методических служб); разрозненность инструментов (рекомендуется создать координационный совет при министерстве образования, который на основе данных мониторинга формирует ежегодный план стимулирования с распределением ресурсов между инструментами [8]).

Таким образом, предложенная модель позволяет не только классифицировать организационно-экономические механизмы, но и выстраивать из них адаптивную систему, где выбор мер определяется реальным состоянием инновационной активности. Апробация на данных Владимирской области показала, что даже при хорошем ресурсном обеспечении и наличии отдельных успешных практик системный подход к стимулированию отсутствует. Устранение выявленных узких мест позволит региону перейти от разовых проектов к устойчивой системе стимулирования инновационной активности.

Проведённое исследование было посвящено разработке модели системного стимулирования инновационной активности региональной системы образования на основе классификации организационно-экономических механизмов. Исходной посылкой стал выявленный в предыдущих работах дисбаланс между фазами инновационного цикла (генерация – трансляция – внедрение) и фрагментарность применяемых мер поддержки.

В работе предложена классификация организационно-экономических механизмов, в основу которой положены два критерия: во-первых, объект воздействия (педагог, образовательная организация или муниципалитет), а во-вторых, фаза инновационного цикла (генерация, трансляция, внедрение). Такое разделение позволяет гибко подбирать меры поддержки в зависимости от того, где именно — на каком этапе и на каком уровне — возникает отставание.

На базе этой классификации разработана модель, объединяющая механизмы в замкнутый контур: мониторинг, постановка целей, применение инструментов, оценка результата и последующая коррекция действий. Ключевое отличие предложенного подхода от простого перечня мер — наличие обратной связи. Именно она превращает разрозненные разовые проекты в работающую адаптивную систему стимулирования.

Анализ конкретных практик во Владимирской области показал, что регион располагает высоким ресурсным потенциалом и отдельными успешными инструментами, в частности конкурсом инновационных школ, грантами для молодых учёных и сетью региональных инновационных площадок. Однако системный подход к стимулированию отсутствует. В ходе исследования выявлены узкие места: разрозненность применяемых механизмов, слабая обратная связь между участниками процесса и отсутствие связи эффективного контракта с инновационной деятельностью.

Апробация модели на данных Владимирской области подтвердила её практическую применимость. Было показано, как с помощью мониторинга можно выбрать адресные инструменты для преодоления дисбаланса — в данном случае для повышения генерационной активности — и затем скорректировать их по итогам оценки.

К элементам научной новизны можно отнести следующее. Во-первых, классификация организационно-экономических механизмов стимулирования привязана к трём подсистемам РСО (генерация, трансляция, внедрение) и трём объектным уровням (педагог, образовательная организация, муниципалитет). Во-вторых, разработан замкнутый управленческий контур, который, в отличие от простого перечня мер, использует обратную связь и позволяет корректировать действия на основе данных мониторинга. В-третьих, эмпирически подтверждены дисбалансы, характерные для реального региона (Владимирская область), и предложены конкретные корректирующие механизмы для каждого из обнаруженных узких мест.

В качестве направлений для дальнейших исследований можно выделить количественную оценку эффективности отдельных механизмов — грантовых конкурсов, рейтингования, статуса РИП — с применением эконометрических методов. Планируется также сравнительный анализ нескольких регионов (3–4 субъекта) с разной инновационной динамикой, расчёт экономической отдачи от стимулирования инновационной активности в образовании (с опорой на работы Г. Беккера и П. Ромера), а также адаптация модели для муниципального уровня и для разных типов образовательных организаций (школ, колледжей, вузов).

Литература

1. Кириллова А.Н. Анализ стимулирования инновационной активности высших учебных заведений // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. СПб: Университет ИТМО, 2024. С. 128–130.

2. Товсултанов Р.А., Александрова Н.В., Юсупов Н.А. Инновации в образовании: от проблем к просветлению в управлении // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 2(99). С. 163–167. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-obrazovanii-ot-problem-k-prosvetleniyu-v-upravlenii

3. Веснина Л.В. Разработка методики экспресс-диагностики инновационного потенциала научно-образовательной системы региона // Креативная экономика. 2015. Т. 9. № 11. С. 1447–1460. DOI: 10.18334/ce.9.11.2022.

4. Deci E.L., Ryan R.M. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health // Canadian Psychology. 2008. Vol. 49. No. 3. P. 182–185. DOI: 10.1037/a0012801.

5. Vroom V.H. Work and motivation. New York: Wiley, 1964. 331 p.

6. Рыбакина Н.А. Внутренняя и внешняя мотивация инновационной деятельности педагогов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 6. С. 423–428. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=22923

7. Глухов А.П., Заграничный А.И., Синогина Е.С. Конкурсы образовательных инноваций как драйверы и институции сопровождения цифровых инициатив инноваторов в образовании // Научно-педагогическое обозрение. 2024. Вып. 6(58). С. 50–62.

8. Антонова И.И., Артюхина С.В., Соляник А.И. Региональные образовательные системы: модель управления инновационной деятельностью // Компетентность. 2014. № 1. С. 4–9.

9. Мунирова Ю.С. Методика повышения уровня инновационной активности преподавателей вуза на основе инструментов экономико-математического и нейросетевого моделирования // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2(71). С. 194–203.

10. OECD. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: 10.1787/eag-2025-en.

11. Цветков Н.Н Концептуальный подход к моделированию региональной системы образования для оценки инновационной активности (в печати).

12. Владимирская область в цифрах: краткий статистический сборник // Владимирстат, 2024. URL: https://33.rosstat.gov.ru/folder/27776

13. Постановление Правительства Владимирской области № 387 от 03.07.2025. URL: https://www.garant.ru/hotlaw/vladimir/1762054/

14. Акселерационная программа ВлГУ победила в конкурсе // ВлГУ, 2025. URL: https://www.vlsu.ru/novosti-i-sobytija/novost/news/akseleracionnaja-programma-vlgu-ot-idei-do-biznesa-pobedila-vo-vserossiiskom-konkurse

15. Муниципалитеты получат более 143 млн руб. на инициативные проекты // Наш Регион 33, 2025. URL: https://nashregion33.ru/news/municipalitety-vladimirskoj-oblasti-poluchat-bolee-143-mln-rublej-na-realizaciju-iniciativnyh-proektov

16. Подведены итоги конкурса инновационных школ // Министерство образования Владимирской области, 2025. URL: https://xn--33-6kcadhwnl3cfdx.xn--p1ai/news/Podvedenyitogiezhegodnogoregionalnogokonkursa...

17. Региональные инновационные площадки // ВИРО. URL: https://viro33.ru/nauchno-metodicheskoe-soprovozhdenie-regionalnoy-sistemy-obrazovaniya/regionalnye-innovatsionnye-ploshchadki.php

18. Пресс-конференция Министра образования С.А. Болтуновой, 2025. URL: https://t968622.dop.obrazovanie33.ru/news-departament/16694

19. В ВИРО проведены курсы по поддержке инициативы детей // ВИРО, 2025. URL: https://viro33.ru/news/13985

20. Совещание «Цифровая трансформация образования» // Кванториум-33, 2023. URL: https://kvantorium33.ru/index.php/news/946

Organizational and economic mechanisms for stimulating innovative activity in education: from one-off projects to systemic management

Nikolay N.T.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov (VlSU)

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article examines organizational and economic mechanisms for stimulating innovation activity in the regional education system. Based on the testing of a structural-functional model of the regional education system (RES) using the example of the Vladimir region, a persistent imbalance has been identified: with high translation activity and innovation receptivity, generation activity remains moderate. The reason is the fragmentation of applied support measures and the lack of a systematic linkage of tools with the phases of the innovation cycle (generation – translation – adoption). A classification of organizational and economic mechanisms is proposed according to the object of influence (teacher, educational organization, municipality) and the phase of the cycle. A model for integrating these mechanisms into a single closed loop, including monitoring, goal-setting, application of tools, effectiveness assessment, and correction, is developed. Using the example of the Vladimir region, existing mechanisms are analyzed, bottlenecks are identified, and recommendations for their elimination are given. The model allows a

transition from one-off projects to a systematic organization of stimulating innovation activity.

Keywords: regional education system, innovation activity, organizational and economic mechanisms, innovation stimulation, classification of tools, systematic management, Vladimir region.

References

1. Kirillova A.N. Analysis of stimulating innovation activity of higher education institutions // Collection of abstracts of the congress of young scientists. St. Petersburg: ITMO University, 2024. P. 128–130.
2. Tovsultanov R.A., Aleksandrova N.V., Yusupov N.A. Innovations in education: from problems to enlightenment in management // World of Science, Culture, Education. 2023. No. 2(99). P. 163–167. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsii-v-obrazovanii-ot-problem-k-prosvetleniyu-v-upravlenii
3. Vesnina L.V. Development of a methodology for express diagnostics of the innovation potential of the region's scientific and educational system // Creative Economy. 2015. Vol. 9. No. 11. P. 1447–1460. DOI: 10.18334/ce.9.11.2022.
4. Deci E.L., Ryan R.M. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health // Canadian Psychology. 2008. Vol. 49. No. 3. P. 182–185. DOI: 10.1037/a0012801.
5. Vroom V.H. Work and motivation. New York: Wiley, 1964. 331 p.
6. Rybakina N.A. Internal and external motivation of teachers' innovative activity // Modern Problems of Science and Education. 2015. No. 6. P. 423–428. URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=22923
7. Glukhov A.P., Zagranichny A.I., Sinogina E.S. Competitions of educational innovations as drivers and institutions for supporting digital initiatives of innovators in education // Scientific and Pedagogical Review. 2024. Iss. 6(58). P. 50–62.
8. Antonova I.I., Artyukhina S.V., Solyanik A.I. Regional educational systems: a model for managing innovation activity // Competence. 2014. No. 1. P. 4–9.
9. Murova Yu.S. Methodology for increasing the level of innovation activity of university teachers based on tools of economic-mathematical and neural network modeling // Business. Education. Law. 2025. No. 2(71). P. 194–203.
10. OECD. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing, 2025. DOI: 10.1787/eag-2025-en.
11. Tsvetkov N.N.. A conceptual approach to modeling the regional education system for assessing its innovation activity (in press).
12. Vladimir region in figures: brief statistical digest // Vladimirstat, 2024. URL: https://33.rosstat.gov.ru/folder/27776
13. Resolution of the Government of the Vladimir region No. 387 dated 03.07.2025. URL: https://www.garant.ru/hotlaw/vladimir/1762054/
14. VlSU acceleration program won the competition // VlSU, 2025. URL: https://www.vlsu.ru/novosti-i-sobytija/novost/news/akseleracionnaja-programma-vlgu-ot-idei-do-biznesa-pobedila-vo-vserossiiskom-konkurse
15. Municipalities will receive more than 143 million rubles for initiative projects // Our Region 33, 2025. URL: https://nashregion33.ru/news/municipalitety-vladimirskoj-oblasti-poluchat-bolee-143-mln-rublej-na-realizaciju-iniciativnyh-proektov
16. Results of the competition of innovative schools // Ministry of Education of the Vladimir region, 2025. URL: https://xn--33-6kcadhwnl3cfdx.xn--p1ai/news/Podvedenyitogiezhegodnogoregionalnogokonkursa...
17. Regional innovation platforms // VIRO. URL: https://viro33.ru/nauchno-metodicheskoe-soprovozhdenie-regionalnoy-sistemy-obrazovaniya/regionalnye-innovatsionnye-ploshchadki.php
18. Press conference of the Minister of Education S.A. Boltunova, 2025. URL: https://t968622.dop.obrazovanie33.ru/news-departament/16694

Courses on supporting children's initiative were held at VIRO // VIRO, 2025. URL: https://viro33.ru/news/13985

Meeting "Digital transformation of education" // Quantorium-33, 2023. URL: https://kvantorium33.ru/index.php/news/946

Концептуальный подход к моделированию региональной системы образования для оценки инновационной активности

Цветков Николай Николаевич
ассистент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), gsskkolay@gmail.com

В статье обосновывается необходимость разграничения ресурсного и инновационного потенциала региональной системы образования (РСО) как основы для оценки её способности к генерации, трансляции и внедрению новшеств. Предлагается концептуальный подход к моделированию РСО, выделяющий три функциональные подсистемы - генерирующую, транслирующую и принимающую - в соответствии с фазами инновационного цикла. В отличие от существующих институциональных и экосистемных моделей, авторский подход сохраняет административные границы региона как системообразующий фактор и включает цифровые платформы и сетевые взаимодействия в состав элементов системы. Разработана система количественных индикаторов для каждой подсистемы, а также интегральный показатель, позволяющий проводить межрегиональные сопоставления и выявлять «узкие места» инновационного процесса. Теоретически сложный индикатор «скорость диффузии» заменён на операциональный прокси-показатель - долю организаций, внедривших рекомендованные региональные инновации за фиксированный период. Модель может быть использована при формировании региональной образовательной политики, направленной на повышение инновационной активности.

Ключевые слова: региональная система образования, инновационная активность, ресурсный потенциал, инновационный потенциал, структурно-функциональная модель, индикаторы.

Современное развитие экономики знаний предъявляет новые требования к системе образования как к ключевому фактору формирования человеческого капитала. Многочисленные эмпирические исследования подтверждают, что инвестиции в образование сопоставимы по значимости с вложениями в материальные ресурсы и часто оказываются более результативными в долгосрочной перспективе [1; 3; 11]. Однако ключевым фактором, обеспечивающим связь между образованием и социально-экономическим ростом, выступает не столько наличие образовательной системы, сколько её способность к генерации и внедрению новшеств - инновационная активность.

Теоретические основы анализа человеческого капитала были заложены в работах Г. Беккера, Т. Шульца и П. Ромера [1; 14; 11]. В эмпирических исследованиях Э. Ханушека и Л. Вёссманна установлена прямая связь между качеством образования и долгосрочными темпами роста валового внутреннего продукта [13]. Среди российских исследований следует выделить подходы к структурно-функциональному анализу региональных образовательных систем (О.В. Плетенева) и методики диагностики их инновационного потенциала (Л.В. Веснина) [4; 9]. Международные организации (Организация экономического сотрудничества и развития, ЮНЕСКО) предлагают системы индикаторов для мониторинга образования, однако они ориентированы на национальный уровень и не учитывают региональную специфику России [15; 16].

Остаётся нерешённой задача построения модели, которая позволяла бы комплексно оценивать инновационную активность именно региональной системы образования, разграничивая ресурсный и инновационный потенциал. Цель настоящей статьи - разработка концептуального подхода к моделированию региональной системы образования, позволяющего оценивать её инновационную активность. Для достижения цели в работе разграничиваются понятия ресурсного и инновационного потенциала, выделяются генерирующая, транслирующая и принимающая подсистемы по их роли в инновационном процессе, а также предлагается система индикаторов для количественной оценки.

Региональная система образования представляет собой совокупность образовательных организаций различных уровней, органов управления, методических служб, институтов повышения квалификации, расположенных на территории субъекта Российской Федерации, и нормативно-правового поля, регулирующего их взаимодействие [9]. В отличие от федеральной системы, региональная система образования характеризуется более тесной связью с региональным рынком труда, спецификой социально-экономического положения территории, демографическими особенностями и соответствующим кадровым потенциалом.

Границы региональной системы образования задаются территориальными (административные границы субъекта РФ), функциональными (процессы управления, ресурсного обеспечения, реализации образовательных программ) и институциональными (государственные, муниципальные и негосударственные организации) измерениями. В работах по социологии и педагогике преобладает структурно-функциональный подход, позволяющий выделить и описать взаимосвязи между элементами системы [9].

В российской науке накоплен значительный опыт структурно-функционального анализа региональных систем образования. О.В. Плетенева выделила две основные линии управления системой образования: линию обеспечения стабильного функционирования и линию обеспечения развития [9]. Н.Я. Карпушин разработал концептуальную модель управляемого развития региональной системы общего среднего образования [6]. Л.В. Веснина предложила методику экспресс-диагностики инновационного потенциала научно-образовательной системы региона [4]. И.И. Антонова, С.В. Артюхина и А.И. Соляник формализовали модель управления инновационной деятельностью региональной системы образования [2]. Вместе эти исследования создают теоретико-методологическую основу для построения модели, разграничивающей ресурсный и инновационный потенциал региональной системы образования.

Анализ зарубежных подходов (Организация экономического сотрудничества и развития, ЮНЕСКО) показывает, что они ориентированы на национальный уровень, описывают статическое состояние ресурсов и результатов и не включают показатели, непосредственно измеряющие инновационную активность, такие как скорость распространения новшеств, доля педагогов, вовлечённых в инновационную деятельность, степень интеграции образования с региональной инновационной инфраструктурой [15; 16].

Под региональной системой образования в данном исследовании понимается совокупность образовательных организаций всех уровней, органов управления, методических служб, институтов повышения квалификации, а также цифровых платформ и сетевых взаимодействий, расположенных на территории субъекта РФ и связанных между собой прямыми и обратными связями. В отличие от институционального подхода, предложенное определение включает цифровую и сетевую составляющую, а в отличие от экосистемного подхода сохраняет административные границы региона как системообразующий фактор.

Ключевое различие, необходимое для построения модели, - это различие между ресурсным и инновационным потенциалом системы. Ресурсный потенциал охватывает все наличные ресурсы региональной системы образования: материально-техническую базу, кадры, бюджетное финансирование, контингент обучающихся. Инновационный потенциал представляет собой способность системы генерировать, воспринимать и распространять новшества в образовательной практике, то есть использовать ресурсы для создания инноваций: наличие инновационной инфраструктуры (региональные инновационные площадки, центры трансфера технологий), доля педагогов, вовлечённых в инновационную деятельность, объём реализуемых инновационных проектов и степень интеграции с региональной инновационной системой.

Ресурсный потенциал создаёт предпосылки, но не гарантирует инновационной активности. В существующих методиках эти понятия часто смешиваются [4; 8], тогда как их разграничение необходимо для диагностики проблем: если ресурсный потенциал высок, а инновационная активность низка - проблема заключается в институциональных барьерах, а не в недостатке ресурсов.

Полный инновационный цикл включает создание новшества, его распространение (диффузию) и массовое внедрение [10]. В соответствии с этим в модели выделены три подсистемы.

Генерирующая подсистема отвечает за создание нового знания и инновационных образовательных практик. Она включает педагогические вузы, научно-исследовательские институты, региональные инновационные площадки [1; 14].

Транслирующая подсистема обеспечивает распространение инноваций и подготовку педагогов к их использованию. В её состав входят институты повышения квалификации, муниципальные методические службы, цифровые платформы для обмена опытом.

Принимающая подсистема реализует внедрение инноваций в повседневную практику школ и колледжей. Она характеризуется инновационной восприимчивостью и масштабом внедрения.

Одна организация может совмещать функции разных подсистем, но для целей анализа за ней закрепляется основная роль. Выделение подсистем позволяет диагностировать «узкие места» инновационного процесса: если генерация активна, а трансляция слаба - инновации не доходят до школ; если трансляция активна, а восприимчивость низка - подготовленные педагоги не применяют новшества; если высока восприимчивость, но слаба генерация - регион оказывается зависимым от внешних инноваций [13].

Для обеспечения воспроизводимости классификации вводится правило отнесения организации к подсистеме. Основная роль определяется по преобладающему типу инновационной активности за последние три года на основе двух критериев: доля сотрудников, участвующих в инновационных проектах соответствующего типа (генерация, трансляция, внедрение), составляет не менее 50% от общего числа участников инновационной деятельности организации; организация завершила не менее двух проектов данного типа, признанных на региональном уровне. При совмещении функций организация приписывается к той подсистеме, где доля активности выше. В случае равенства - к принимающей, поскольку массовое внедрение является конечной целью инновационного процесса.

Связи в модели носят двусторонний характер. Прямые связи: от генерирующей к транслирующей - передача апробированных инновационных продуктов и подготовленных кадров; от транслирующей к принимающей - обучение педагогов, методическое сопровождение. Обратные связи: от принимающей к транслирующей - информация о трудностях внедрения и запросах на доработку; от транслирующей к генерирующей - обобщённые данные о востребованности инноваций, заказы на новые разработки. Существует также прямая обратная связь от принимающей к генерирующей, реализуемая через совместные проекты школ и вузов. Эффективность инновационного процесса определяется сбалансированностью связей.

Модель основывается на пяти принципах. Системность означает, что региональная система образования рассматривается как целостность, свойства которой не сводятся к сумме свойств отдельных элементов. Функциональная дифференциация предполагает выделение подсистем по роли в инновационном процессе (генерация, трансляция, внедрение). Иерархичность отражает многоуровневое строение системы (регионально-муниципальный и институциональный уровни). Динамичность требует измерения индикаторов в динамике для отслеживания изменений и скорости диффузии инноваций. Измеримость означает, что все теоретические конструкты операционализированы в систему количественных показателей, доступных из статистических источников.

В экономической литературе термин «инновационная активность» применительно к организациям характеризует интенсивность осуществления инновационных процессов и степень вовлечённости в создание и внедрение новшеств. Для региональной системы образования предлагается следующее определение: инновационная активность региональной системы образования - это интегральная характеристика, отражающая интенсивность, масштаб и результативность процессов генерации, трансляции и внедрения инноваций в образовательной системе региона. В отличие от инновационного потенциала (способности), инновационная активность фиксирует реализованную способность - фактически осуществлённые действия и достигнутые результаты [4].

Выделяются три составляющие инновационной активности, соответствующие трём подсистемам. Генерационная активность - интенсивность создания новых образовательных продуктов, методик, технологий. Трансляционная активность - интенсивность и эффективность распространения инноваций. Инновационная восприимчивость принимающей подсистемы - способность и готовность школ и колледжей внедрять инновации. Оптимальной является сбалансированная модель, где все три составляющие находятся на высоком уровне и подкреплены эффективными связями между подсистемами [2].

Для количественной оценки предложены три блока индикаторов. Блок А (генерационная активность) включает: число региональных инновационных площадок на 100 тыс. населения; количество реализованных инновационных проектов в сфере образования за год; долю публикаций педагогов и исследователей по инновационной проблематике в рецензируемых изданиях; объём внебюджетного финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в сфере образования региона. Блок Б (трансляционная активность) включает: долю педагогов, прошедших повышение квалификации по инновационным образовательным технологиям за последние три года; количество методических мероприятий на 1000 педагогов; наличие и степень активности цифровой платформы для обмена инновационными практиками; охват муниципальных методических служб, включённых в сеть трансляции инноваций. Блок В (инновационная восприимчивость) включает: долю образовательных организаций региона, внедривших не менее двух инновационных продуктов (методик, технологий, цифровых решений), официально рекомендованных региональным органом управления образованием к распространению в течение последних двух лет. Данный индикатор рассчитывается как отношение числа организаций, отчитавшихся о внедрении, к общему числу организаций соответствующего уровня.

Расчёт интегрального показателя инновационной активности региональной системы образования включает четыре этапа. Первый этап - нормирование исходных показателей методом линейного масштабирования (присвоение значения от 0 до 1). Второй этап - агрегирование внутри каждого блока: частные индексы генерационной, трансляционной активности и инновационной восприимчивости рассчитываются как среднее арифметическое нормированных индикаторов. Третий этап - расчёт интегрального показателя как взвешенной суммы трёх частных индексов (рекомендуются равные веса). Четвёртый этап - определение уровней инновационной активности: высокий (значение выше 0,7), средний (0,4-0,7), низкий (ниже 0,4). Расчёт частных индексов позволяет выявить «узкое место» инновационного процесса.

Предложенная система индикаторов принципиально отличается от традиционных показателей (успеваемость, доля выпускников, поступивших в вузы, количество школ с современным оборудованием), которые ориентированы на статическую фиксацию результатов обучения. Инновационные индикаторы измеряют интенсивность, скорость и масштаб изменений в самом инновационном процессе. Оба подхода не заменяют, а дополняют друг друга, однако для управления инновационным развитием региональной системы образования необходим именно предложенный набор индикаторов.

Разработанный концептуальный подход к моделированию региональной системы образования позволяет чётко разграничить ресурсный и инновационный потенциал, что даёт возможность объяснить различия в инновационной динамике регионов с сопоставимым ресурсным обеспечением. В рамках подхода выделены три функциональные подсистемы - генерирующая, транслирующая и принимающая, - описаны пря-

мые и обратные связи между ними. Введены правила отнесения организаций к подсистемам на основе преобладающего типа инновационной активности, что обеспечивает воспроизводимость классификации.

Предложена система количественных индикаторов и интегральный показатель, позволяющие проводить межрегиональные сопоставления. В целях операциональности теоретически предпочтительный, но трудноизмеримый индикатор «скорость диффузии» заменён на прокси-показатель - долю организаций, внедривших региональные инновации за фиксированный период.

Элементы научной новизны исследования заключаются в разграничении ресурсного и инновационного потенциала региональной системы образования, выделении трёх подсистем (генерирующей, транслирующей и принимающей) по роли в инновационном процессе с разработкой правил отнесения организаций к каждой из них, а также в создании системы индикаторов и интегрального показателя, в котором теоретически сложный индикатор «скорость диффузии» заменён на операциональный прокси.

Направления дальнейших исследований включают построение рейтинга регионов Российской Федерации по инновационной активности региональной системы образования, эконометрический анализ влияния инновационной активности региональной системы образования на динамику человеческого капитала и валового регионального продукта, разработку сценарных прогнозов с учётом цифровой трансформации и искусственного интеллекта, а также адаптацию модели для муниципального уровня.

Литература

1. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993. xxii, 390 p.
2. Антонова И.И., Артюхина С.В., Соляник А.И. Региональные образовательные системы: модель управления инновационной деятельностью // Компетентность. 2014. № 1. С. 4–9.
3. Schultz T.W. Investment in Human Capital // The American Economic Review. 1961. Vol. 51. No. 1. P. 1–17.
4. Веснина Л.В. Разработка методики экспресс-диагностики инновационного потенциала научно-образовательной системы региона // Креативная экономика. 2015. Т. 9. № 11. С. 1447–1460. DOI: 10.18334/ce.9.11.2022.
5. Кабанова О.В., Дьякова Ю.Н. Методика комплексного мониторингового исследования инновационной деятельности образовательных организаций в субъектах Российской Федерации // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2020. № 1. С. 43–52. DOI: 10.37493/2307-907X.2020.1.6.
6. Карпушин Н.Я. Педагогическое проектирование развития региональной системы общего среднего образования в условиях его модернизации: автореф. дис. … д-ра пед. наук. М., 2006. 44 с.
7. Найденова З.Г. Инновационное развитие региональной системы образования: гуманистический подход: автореф. дис. … д-ра пед. наук. СПб., 2010. 40 с.
8. Плетенева О.В. Инновационный процесс управления в региональной системе образования: социологический анализ: дис. … канд. социол. наук. Нижний Новгород, 2009. 208 с.
9. Плетенева О.В. Структурно-функциональный анализ как методологическая основа социологического исследования проблемного поля региональной системы образования // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия Социальные науки. 2009. № 1. С. 46–52.
10. Rogers E.M. Diffusion of Innovations. 5th ed. New York: Free Press, 2003. 551 p. (Рус. пер.: Роджерс Э. Диффузия инноваций. М.: ИНФРА-М, 2012. 512 с.)
11. Romer P.M. Endogenous Technological Change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. No. 5. P. S71–S102.
12. Скрипник О.Б. Развитие потенциала инновационно-образовательной системы регионов для обеспечения технологической независимости государства // Вестник Евразийской науки. 2025. № 1. URL: https://esj.today/PDF/87ECVN125.pdf (дата обращения: 21.04.2026).
13. Hanushek E.A., Woessmann L. The Economic Impacts of Learning Losses // OECD Education Working Papers. 2020. No. 225. DOI: 10.1787/21908d74-en.
14. Цомаева И.В., Крахмалёв В.А. Формирование региональной модели управления инновационной деятельностью // Экономика и бизнес. 2023. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-regionalnoy-modeli-upravleniya-innovatsionnoy-deyatelnostyu (дата обращения: 21.04.2026).
15. OECD. Education at a Glance 2021: OECD Indicators. Country Note – Russian Federation. Paris: OECD Publishing, 2021. 8 p. URL: https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2021_CN_RUS.pdf (дата обращения: 21.04.2026).
16. OECD. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing, 2025. 540 p. DOI: 10.1787/eag-2025-en.

A conceptual approach to modeling a regional education system for assessing innovative activity

Tsvetkov N.N.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov (VlSU)

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

This article substantiates the need to distinguish between the resource and innovation potential of a regional education system (RES) as a basis for assessing its ability to generate, transmit, and implement innovations. A conceptual approach to RES modeling is proposed, identifying three functional subsystems—generating, transmitting, and receiving—in accordance with the phases of the innovation cycle. Unlike existing institutional and ecosystem models, the author's approach preserves the administrative boundaries of the region as a system-forming factor and incorporates digital platforms and network interactions into the system's elements. A system of quantitative indicators has been developed for each subsystem, as well as an integrated indicator that enables interregional comparisons and identifies bottlenecks in the innovation process. The theoretically complex "diffusion rate" indicator has been replaced with an operational proxy indicator—the proportion of organizations that have implemented recommended regional innovations over a fixed period. The model can be used in the development of regional education policies aimed at increasing innovation activity.

Keywords: regional education system, innovation activity, resource potential, innovation potential, structural-functional model, indicators.

References

1. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993. xxii, 390 p.
2. Antonova I.I., Artyukhina S.V., Solyanik A.I. Regional educational systems: a model for managing innovation activity // Kompetentnost'. 2014. No. 1. P. 4–9.
3. Schultz T.W. Investment in Human Capital // The American Economic Review. 1961. Vol. 51. No. 1. P. 1–17.
4. Vesnina L.V. Development of a methodology for express diagnostics of the innovation potential of the region's scientific and educational system // Creative Economy. 2015. Vol. 9. No. 11. P. 1447–1460. DOI: 10.18334/ce.9.11.2022.
5. Kabanova O.V., Dyakova Yu.N. Methodology for a comprehensive monitoring study of innovation activities of educational organizations in the constituent entities of the Russian Federation // Bulletin of the North Caucasus Federal University. 2020. No. 1. P. 43–52. DOI: 10.37493/2307-907X.2020.1.6.
6. Karpushin N.Ya. Pedagogical design of the development of the regional system of general secondary education in the context of its modernization: Extended abstract of Doctor's dissertation. Moscow, 2006. 44 p.
7. Naydenova Z.G. Innovative development of the regional education system: a humanistic approach: Extended abstract of Doctor's dissertation. St. Petersburg, 2010. 40 p.
8. Pleteneva O.V. Innovative management process in the regional education system: a sociological analysis: Cand. Sci. (Sociology) dissertation. Nizhny Novgorod, 2009. 208 p.
9. Pleteneva O.V. Structural and functional analysis as a methodological basis for the sociological study of the problem field of the regional education system // Bulletin of the Nizhny Novgorod University named after N.I. Lobachevsky. Series: Social Sciences. 2009. No. 1. P. 46–52.
10. Rogers E.M. Diffusion of Innovations. 5th ed. New York: Free Press, 2003. 551 p.
11. Romer P.M. Endogenous Technological Change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. No. 5. P. S71–S102.
12. Skripnik O.B. Development of the potential of the innovative and educational system of regions to ensure the technological independence of the state // Bulletin of Eurasian Science. 2025. No. 1. URL: https://esj.today/PDF/87ECVN125.pdf (accessed: 21.04.2026).
13. Hanushek E.A., Woessmann L. The Economic Impacts of Learning Losses // OECD Education Working Papers. 2020. No. 225. DOI: 10.1787/21908d74-en.
14. Tsomaeva I.V., Krakhmalyov V.A. Formation of a regional model for managing innovation activity // Economics and Business. 2023. No. 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-regionalnoy-modeli-upravleniya-innovatsionnoy-deyatelnostyu (accessed: 21.04.2026).
15. OECD. Education at a Glance 2021: OECD Indicators. Country Note – Russian Federation. Paris: OECD Publishing, 2021. 8 p. URL: https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2021_CN_RUS.pdf (accessed: 21.04.2026).
16. OECD. Education at a Glance 2025: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing, 2025. 540 p. DOI: 10.1787/eag-2025-en.

Студенчество как ресурс научно-инновационного развития России: интеграция образования, науки и производства в условиях цифровой трансформации

Чагарян Давид Ервандович
магистрант, Смоленский филиал Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, chagaryan@spbu.su

В статье обоснована модель высшей школы, в которой студенчество рассматривается как стратегический ресурс научно-инновационного развития России. Цель исследования - разработать организационную модель интеграции образования, науки и производства, превращающую учебную, исследовательскую и проектную деятельность студентов в механизм решения прикладных задач государства, регионов и предприятий. Методологическую основу составили институциональный и системный подходы, анализ стратегических и нормативных документов Российской Федерации, а также сравнительный анализ литературы по практико-ориентированному обучению, университетско-индустриальному взаимодействию и применению ИИ в высшей школе. Обоснована модель «образование - наука - производство», включающая банк реальных задач, междисциплинарные и межвузовские студенческие команды, усиление роли преподавателя как научного руководителя и эксперта, а также использование ИИ для снижения рутинной нагрузки. Научная новизна состоит в институциональном соединении цифровой трансформации высшей школы с системным участием студентов в проектной и производственно-технологической деятельности.

Ключевые слова: высшее образование; инновационная экономика; студенчество; искусственный интеллект; технологическое лидерство; практико-ориентированное обучение; студенческие конструкторские бюро; интеграция образования, науки и производства.

Введение

В XXI веке высшая школа выступает не только институтом передачи знаний, но и инфраструктурой кадрового, научного и технологического воспроизводства. В условиях санкционного давления и ограничения внешних технологических каналов возрастает значение внутренних ресурсов развития. Государственная политика Российской Федерации прямо связывает научно-технологическое развитие страны с подготовкой кадров, внедрением цифровых технологий и укреплением кооперации университетов с реальным сектором [1-6].

При этом между логикой инновационной экономики и организацией повседневного учебного процесса сохраняется разрыв: во многих университетах лекционно-семинарская модель и реферативные задания по-прежнему преобладают над проектной, исследовательской и внедренческой работой. В результате значительная часть интеллектуального труда студентов не выходит на уровень реальной технологической или управленческой задачи.

Масштаб проблемы подтверждается размерами самой университетской среды: по данным сборника НИУ ВШЭ «Образование в цифрах: 2024», на начало 2023/24 учебного года по программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в России обучались 4,3 млн человек [11]. Следовательно, речь идет о крупном национальном резерве интеллектуальной, проектной и исследовательской активности.

Отсюда вытекает необходимость перехода от понимания студента как получателя образовательной услуги к пониманию его как участника исследовательских и прикладных процессов, способного работать с данными, оборудованием, программным кодом, аналитикой, цифровыми сервисами и прототипами.

Особое место в этой перестройке занимает искусственный интеллект. Официальная позиция государства состоит в том, что ИИ должен шире внедряться в образование и экономику, не подменяя обучение, критическое мышление и наставническую роль преподавателя [2; 7-10]. Следовательно, речь идет не о механическом добавлении нейросетевых сервисов к прежней модели высшей школы, а о перестройке контура «образование - наука - производство».

Цель статьи - теоретически обосновать модель высшей школы, ориентированной на инновационную экономику и цифровую трансформацию, в которой студенчество выступает активным субъектом проектной, научной и частично производственно-технологической деятельности, а ИИ используется как инструмент интеллектуального усиления и организационного посредничества.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу работы составили институциональный, системный и сравнительный подходы. Они использованы для анализа влияния нормативной среды и механизмов управления университетом, рассмотрения образования, науки, производства и цифровых технологий как элементов единого воспроизводственного цикла, а также сопоставления традиционной академической модели и модели проектно-производственной интеграции.

Источниковую базу составили нормативно-правовые акты Российской Федерации по вопросам научно-технологического развития и искусственного интеллекта [1-6], публичные выступления Президента Российской Федерации и членов Правительства по вопросам внедрения ИИ и подготовки кадров [7-10], статистические материалы о развитии системы образования [11], а также научные публикации о практико-ориентированном обучении, взаимодействии университетов с предприятиями, инновационной активности студентов и применении ИИ в высшей школе [13-22].

В работе использованы методы анализа документов, контент-анализа, теоретического синтеза и концептуального моделирования. Научная новизна состоит в рассмотрении ИИ не только как технологии, но и как компонента институциональной модели, обеспечивающей системное вовлечение студентов в решение реальных научно-технологических задач.

Результаты исследования и обсуждение

1. Несоответствие действующей модели образования задачам инновационной экономики

Одной из ключевых причин низкой эффективности передачи знаний в инновационную экономику остается несоответствие между формой обучения и логикой реального технологического цикла. Значительная часть учебной работы по-прежнему строится вокруг лекционно-семинарского формата, контрольных процедур и текстовых работ, адресованных главным образом преподавателю. Даже при наличии практик и проектных заданий они нередко носят имитационный характер и не связаны с внешним заказчиком, внедрением или проверкой результата.

Исследования по практико-ориентированному обучению показывают, что профессиональная компетентность формируется через погружение в ситуации, близкие к реальной профессиональной среде [13; 14]. Следовательно, необходим не столько рост числа часов практики, сколько перенос центра тяжести образовательной программы в сторону реальных задач.

Государственная политика последних лет косвенно подтверждает эту логику. Программа «Приоритет-2030» поддерживает университеты, увязывающие образование, исследования и социально-экономическое развитие территорий [5], а проект «Передовые инженерные школы» институционализирует кооперацию университетов и работодателей в подготовке кадров для высокотехнологичных отраслей [6]. Однако сами по себе эти инструменты не гарантируют трансформацию повседневной учебной практики.

Поэтому основной задачей становится переход от эпизодической кооперации к постоянной операционной связке, при которой учебные задания, исследовательские темы и внешние запросы собираются в единую цепочку. В такой логике курсовая работа, ВКР, лабораторный проект, деятельность научного кружка и производственная практика выступают последовательными стадиями подготовки и проверки решения для внешнего или внутреннего заказчика.

2. Студенчество как стратегический ресурс научно-инновационного развития

В предлагаемой модели центральное место занимает студенчество. Для инновационной экономики недостаточно трактовать студента только как получателя образовательной услуги. Студенчество следует рассматривать как крупный резерв интеллектуальной, проектной и протопроизводственной активности, который может быть институционально включен в решение задач технологического развития страны и ее регионов.

Такой подход усиливает образовательную функцию университета: знание приобретает предметный характер, когда включено в работу с реальной проблемой, данными, ограничениями и критериями качества. Исследования показывают, что объединение учебного процесса, научной работы и предпринимательской активности одновременно повышает качество подготовки, расширяет внебюджетные поступления и усиливает позиции вуза в региональной экономике [20; 21].

Студенчество представляет собой социальный слой высокой когнитивной мобильности и готовности к освоению новых технологий. Именно в период обучения наиболее эффективно формируются навыки технологической кооперации, проектного мышления и междисциплинарного взаимодействия. Если университет не предоставляет студенту возможности проявить эти качества на реальном материале, значительная часть его потенциала остается неиспользованной.

Включение студента в реальную задачу требует точной постановки проблемы, правового оформления участия, наставничества, экспертной проверки и осмысления полученного опыта. Образовательно-производственные функции должны соответствовать уровню подготовки: это сбор и анализ данных, проектирование решений, моделирование, тестирование, разработка цифровых прототипов, подготовка технической и аналитической документации, участие в пилотных внедрениях.

Особенно перспективно вовлечение студентов в межвузовские и междисциплинарные команды. Современные технологические задачи редко укладываются в рамки одной кафедры или специальности, поэтому эффективная модель участия предполагает объединение инженеров, программистов, экономистов, управленцев, дизайнеров и юристов вокруг общей проблемы.

3. Искусственный интеллект как инструмент усиления, а не замещения

Искусственный интеллект в данной модели следует рассматривать как инфраструктурный инструмент усиления, а не как универсальный ответ на все проблемы образования или угрозу вытеснения преподавателя. Его основная функция состоит в снижении транзакционных издержек обучения, исследования и управления при сохранении необходимости человеческого суждения.

Исследования фиксируют существенный, но пока ограниченно освоенный потенциал ИИ в высшей школе. По данным П. В. Сысоева, интеграция ИИ находится на начальной стадии [15]. Гасанова и Романова отмечают, что наибольший эффект возникает там, где технология освобождает преподавателя и обучающегося от рутинных операций и ускоряет доступ к релевантной информации [16]. Резаев, Степанов и Трегубова подчеркивают необходимость сохранения субъектной природы образования в эпоху взаимодействия «человек - машина» [17].

Из этого следует, что в университете целесообразно выделить четыре группы функций ИИ: аналитическую, проектную, организационную и образовательную.

Вместе с тем ИИ не должен подменять самостоятельную интеллектуальную работу студента; его использование требует развития навыков верификации, поскольку сгенерированные решения могут содержать ошибки и утрату контекста [7; 9; 17]. Кроме того, университету необходимы ясные правила академической добросовестности, определяющие допустимые формы взаимодействия обучающихся с генеративными сервисами.

Следовательно, ИИ должен быть встроен в университет не как «электронный преподаватель», а как интеллектуальный сервис, высвобождающий время преподавателя для научного руководства, обсуждения, экспертной оценки и наставничества. Это соответствует официальной линии государства: ИИ должен расширять возможности системы образования, но не заменять собой процесс поиска знания и формирования мышления [7-10].

Сводно различия между традиционной и предлагаемой моделями организации высшего образования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение традиционной и предлагаемой модели высшего образования

Ключевой элемент	Преобладающая традиционная модель	Предлагаемая модель для инновационной экономики
Статус студента	Получатель знаний и исполнитель учебных заданий, адресованных преимущественно преподавателю	Участник проектных, исследовательских и производственно-технологических команд, работающих на реальную задачу
Роль преподавателя	Трансляция содержания, контроль, значительный объем рутинной отчетности	Научный руководитель, наставник, эксперт и координатор команды; рутинные операции частично автоматизированы
Учебные работы	Реферативные и имитационные задания с ограниченной внешней востребованностью	Курсовые, ВКР, проектные и лабораторные задания, привязанные к запросам предприятий, ведомств и лабораторий
Функции ИИ	Эпизодическое использование отдельных сервисов	Системная аналитическая, проектная, организационная и образовательная поддержка при сохранении человеческого контроля
Связь с производством	Преимущественно через практику и разовые договоры	Постоянный контур сотрудничества: банк задач, совместные кафедры, лаборатории, проектные треки и пилотные внедрения

4. Организационная модель "образование - наука - производство"

Интеграция образования, науки и производства в условиях цифровой трансформации должна пониматься как единая система движения задачи: от внешнего запроса - к учебной постановке - к студенческому и исследовательскому проекту - к прототипу - к апробации - к внедрению или предпринимательской упаковке результата.

Литература показывает, что сотрудничество с промышленными партнерами формирует у студентов универсальные навыки и практический опыт, сокращая дистанцию между теоретической подготовкой и производственной действительностью [18]. Хусаинова и Галеева подчеркивают, что такое сотрудничество требует банка реальных инженерных задач, участия преподавателей-практиков и поддержки патентной и грантовой активности студентов [19].

В предлагаемой модели можно выделить четыре организационных уровня. На стратегическом уровне университет определяет приоритетные направления с учетом региональной специализации, национальных технологических приоритетов и компетенций научных школ. На операционном уровне формируется обновляемый банк задач от предприятий, исследовательских коллективов, органов публичной власти и институтов развития. На образовательном уровне дисциплины, практики, курсовые проекты и ВКР встраиваются в решение этих задач. На внедренческом уровне решения проходят проверку, доработку, правовую защиту, патентование, трансфер или предпринимательскую упаковку.

Такая схема предполагает новое распределение функций между уровнями образования. На бакалавриате акцент переносится на проектно-прикладное участие студента в команде и освоение методов ра-

боты с задачей, данными, оборудованием и цифровыми сервисами. В магистратуре усиливается исследовательская и конструкторская составляющая, растут самостоятельность и ответственность за результат. Аспирантура остается зоной производства нового научного знания, но также должна быть связана с технологической и отраслевой повесткой.

Практически это означает, что лаборатории, вычислительные мощности, прототипные площадки и инженерные мастерские должны работать не только как ресурс учебного плана, но и как среда непрерывной проектной деятельности. В этой логике допустимы оплачиваемые проектные задания, исследовательские ассистентства, инженерные смены и стажировки при соблюдении требований добровольности, безопасности, образовательной целесообразности и законодательства.

5. Геоэкономическое измерение, студенческие конструкторские бюро и межвузовская кооперация

Для России обсуждаемая модель имеет не только педагогическое, но и геоэкономическое значение. В условиях внешних ограничений ускорение научно-инновационной деятельности становится частью задачи повышения технологической самостоятельности, локализации критически важных компетенций и укрепления региональных производственных контуров. Поэтому студенчество следует рассматривать как ресурс раннего включения в решение задач цифровизации, роботизации, разработки программного обеспечения, анализа данных и инженерного проектирования.

Особую роль здесь играют студенческие конструкторские бюро, инженерные команды и университетские лаборатории. Минобрнауки России поддерживает развитие СКБ, а в 2025 г. были утверждены перечни победителей конкурсного отбора студенческих конструкторских бюро образовательных организаций высшего образования [12]. Это показывает, что переход от эпизодической инициативы к устойчивой организационной модели рассматривается как элемент государственной образовательной и технологической политики.

СКБ и сходные структуры ценны тем, что снижают барьер входа в инженерную и исследовательскую работу, превращают образовательную инфраструктуру в среду постоянной прототипизации и формируют горизонтальные связи между университетами, предприятиями и органами управления, что особенно важно для регионов с ограниченной кадровой базой.

Межвузовская кооперация имеет принципиальное значение, поскольку одна образовательная организация редко располагает всем спектром компетенций, необходимых для создания комплексного цифрового или инженерного продукта. Объединение ресурсов нескольких вузов, предприятий и органов власти позволяет формировать распределенные команды, где одни площадки обеспечивают алгоритмическую и ИТ-часть проекта, другие - инженерное проектирование или доступ к оборудованию, третьи - экономическое обоснование, правовое сопровождение и внедрение. По своей логике такая схема соответствует модели «тройной спирали» [22].

С геоэкономической точки зрения это важно для формирования региональных центров компетенций. Если университет становится узлом концентрации задач, данных, экспертизы и проектных команд, он начинает работать как институт развития территории. Тогда образовательная система не просто поставляет выпускников на рынок труда, а напрямую участвует в создании технологических решений, усиливающих экономику региона и страны.

Архитектура реализации предлагаемой модели может быть представлена в виде последовательности организационных уровней и ожидаемых эффектов (табл. 2).

Таблица 2

Организационные уровни реализации модели "образование - наука - производство"

Уровень	Основное содержание	Ключевые инструменты	Ожидаемый эффект
Стратегический	Выбор приоритетов с учетом профиля региона, научных школ и запросов экономики	Программы развития вуза, партнерства с предприятиями, региональные дорожные карты	Концентрация ресурсов на решении значимых задач
Операционный	Формирование и обновление банка прикладных задач	Цифровая платформа задач, проектные офисы, соглашения с заказчиками	Стабильный поток тем для студентов и научных групп
Образовательный	Встраивание задач в дисциплины, практики, курсовые и ВКР	Проектные треки, СКБ, межвузовские команды, наставничество	Рост практико-ориентированности и качества подготовки
Внедренческий	Доработка, апробация, патентование и трансфер решений	Пилотные проекты, гранты, НИОКР, стартап-студии	Экономический и технологический эффект для вуза и региона

6. Организационно-экономические условия реализации и основные риски

Организационно-экономическая устойчивость предлагаемой модели зависит от перестройки механизмов оценки результатов и финансирования. Пока университет оценивается главным образом по числу публикаций, контингенту обучающихся и выполнению формальных показателей, его внутренней логике выгоднее производить документы, а не результаты внедрения. Между тем действующие государственные программы уже создают предпосылки для иной логики, поддерживая стратегическое лидерство, передовые инженерные школы, прикладные исследования и кооперацию университетов с технологическими партнерами [5; 6].

Поэтому в модели «образование - наука - производство» целесообразно формировать смешанный контур финансирования. Базовую устойчивость обеспечивают бюджетные средства и государственные задания, динамику роста - гранты, индустриальные контракты, прикладные НИОКР и программы развития университета. Дополнительный эффект создают оплачиваемые студенческие проектные задания, когда предприятия финансируют решение конкретных инженерных, аналитических или цифровых задач под руководством преподавателей и научных сотрудников.

Однако такой переход сопряжен с рисками. Первый риск - снижение фундаментальности образования под давлением конъюнктурных запросов рынка; он снимается сохранением теоретического ядра программы и связи практических проектов с базовыми дисциплинами. Второй риск - эксплуатационное использование студенческого труда; для его минимизации необходимы прозрачные договорные механизмы, учет трудоемкости в учебном плане, справедливая оплата внеучебной работы и защита прав обучающихся.

Третий риск связан с технологической зависимостью от ИИ-сервисов и падением самостоятельности мышления; его преодоление требует развития культуры проверки и критической оценки результатов машинной генерации [7; 9; 17]. Четвертый риск - неподготовленность преподавательского корпуса к новой роли, поэтому сокращение рутинной отчетности, повышение квалификации в области ИИ и развитие навыков проектного руководства становятся системообразующими условиями реформы.

Особого внимания заслуживает административная нагрузка преподавателя. Значительная часть рабочего времени уходит на заполнение форм, дублирование отчетов и подготовку однотипной документации. ИИ может сыграть здесь позитивную роль, автоматизируя шаблонные документы, помогая в маршрутизации заданий, формируя предварительную аналитику по проектам и поддерживая коммуникацию со студентами и заказчиками.

В долгосрочной перспективе университет, работающий по данной модели, становится средой воспроизводства инновационных команд и институтом развития территории, связывающим людей, задачи, данные, оборудование, предприятия и исследовательские программы.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать три основных вывода. Во-первых, ключевая проблема современной высшей школы заключается в институциональном разрыве между обучением, наукой и производством. Во-вторых, студенчество следует рассматривать как стратегический ресурс научно-инновационного развития, способный участвовать в проектной, исследовательской и частично производственно-технологической деятельности при наличии соответствующей организационной среды. В-третьих, искусственный интеллект должен занимать в университете место инструмента усиления, а не заменителя мышления, преподавания и наставничества.

В статье предложена модель высшей школы, основанная на постоянном контуре «образование - наука - производство». Ее практическими механизмами выступают банк реальных задач, студенческие конструкторские бюро, междисциплинарные и межвузовские команды, включение учебных работ в решение внешних запросов и использование ИИ для снижения рутинной нагрузки. Такая модель позволяет синхронизировать подготовку кадров с технологической повесткой и усилить роль университета в региональном и национальном развитии.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой показателей эффективности проектного участия студентов, моделей правового оформления оплачиваемых студенческих заданий и методик оценки влияния ИИ на качество учебных результатов.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» // Официальное опубликование правовых актов.

URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001201212300007 (дата обращения: 15.03.2026).

2. Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» // Официальное опубликование правовых актов. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001201910110003 (дата обращения: 15.03.2026).

3. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // Официальное опубликование правовых актов. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003 (дата обращения: 15.03.2026).

4. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Официальное опубликование правовых актов. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (дата обращения: 15.03.2026).

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729 «О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030"» // Официальное опубликование правовых актов. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202105210040 (дата обращения: 15.03.2026).

6. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.04.2022 № 619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ» // Официальное опубликование правовых актов. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202204110041 (дата обращения: 15.03.2026).

7. Совещание с членами Правительства // Президент России. 04.03.2026. URL: https://kremlin.ru/events/president/news/79256 (дата обращения: 15.03.2026).

8. Конференция по искусственному интеллекту // Президент России. 24.11.2022. URL: https://kremlin.ru/events/president/news/69927 (дата обращения: 15.03.2026).

9. Заседание Государственного Совета // Президент России. 25.12.2025. URL: https://kremlin.ru/events/state-council/78860 (дата обращения: 15.03.2026).

10. Дмитрий Чернышенко: Наша общая задача - выстроить суверенную систему образования // Правительство России. 26.02.2025. URL: https://government.ru/news/54350/ (дата обращения: 15.03.2026).

11. Образование в цифрах: 2024 : краткий статистический сборник / Т. А. Варламова, Л. М. Гохберг, О. А. Зорина и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2024.

12. Приказ Минобрнауки России от 22 апреля 2025 г. № 376 «Об утверждении перечней победителей конкурсного отбора студенческих конструкторских бюро образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации» // Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. URL: https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=97459 (дата обращения: 15.03.2026).

13. Хохленкова Л. А. Практико-ориентированное обучение студентов в университете // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2021. Т. 10. № 2(35). С. 314-317. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0078.

14. Невская Л. В., Ахметова С. Г. Практико-ориентированная подготовка специалистов для инновационной экономики // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2020. № 1. С. 219-231. DOI: 10.15593/2224-9354/2020.1.19.

15. Сысоев П. В. Искусственный интеллект в образовании: осведомленность, готовность и практика применения преподавателями высшей школы технологий искусственного интеллекта в профессиональной деятельности // Высшее образование в России. 2023. Т. 32. № 10. С. 9-33. DOI: 10.31992/0869-3617-2023-32-10-9-33.

16. Гасанова Р. Р., Романова Е. А. Искусственный интеллект в высшей школе: проблемы, возможности, риски // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. 2024. Т. 21. № 3. С. 295-308.

17. Резаев А. В., Степанов А. М., Трегубова Н. Д. Высшее образование в эпоху искусственного интеллекта // Высшее образование в России. 2024. Т. 33. № 5. С. 9-29.

18. Вяткина И. В., Ханнанова-Фахрутдинова Л. Р. Интеграция образования, науки и производства: новый взгляд на подготовку кадров // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2024. № 11. С. 313-329. DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11193.

19. Хусаинова Г. Р., Галеева Ф. Т. Взаимодействие предприятий и вуза для развития инновационных компетенций студентов // Мир науки, культуры, образования. 2025. № 1(98).

20. Левченко Т. А., Чиповская И. С. Использование студенческого потенциала для развития инновационной деятельности университета (на примере Дальрыбвтуза) // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2015. № 2. С. 73-85.

21. Шаповалов Н. А., Романович Л. Г., Глаголев Е. С., Бабаевский А. Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 2. С. 65-73.

22. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The Triple Helix - University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development // EASST Review. 1995. Vol. 14. No. 1. P. 14-19.

Students as a Resource for Russia's Scientific and Innovative Development: Integration of Education, Science, and Industry in the Context of Digital Transformation

Chagaryan D.E.
Smolensk Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article substantiates a higher-education model in which students are treated as a strategic resource for Russia's scientific and innovative development. The purpose of the study is to develop an organizational model integrating education, science and production and turning students' learning, research and project activity into a mechanism for solving applied tasks of the state, regions and enterprises. The methodological framework combines institutional and systems approaches, analysis of Russian strategic and regulatory documents, and a comparative review of the literature on practice-oriented learning, university-industry cooperation and AI in higher education. The paper substantiates an "education - science - production" model based on a bank of real tasks, interdisciplinary and inter-university student teams, a stronger role of teachers as research supervisors and expert validators, and the use of AI to reduce routine workload. The scholarly novelty lies in linking the digital transformation of higher education with institutionalized student participation in project and production activity.

Keywords: higher education; innovation economy; students; artificial intelligence; technological leadership; practice-oriented learning; student design bureaus; integration of education, science and production.

References

1. Federal Law No. 273-FZ of December 29, 2012 "On Education in the Russian Federation" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001201212300007 (accessed: 15.03.2026).
2. Decree of the President of the Russian Federation No. 490 of October 10, 2019 "On the Development of Artificial Intelligence in the Russian Federation" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001201910110003 (accessed: 15.03.2026).
3. Decree of the President of the Russian Federation No. 145 of February 28, 2024 "On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003 (accessed: 15.03.2026).
4. Decree of the President of the Russian Federation No. 309 of May 7, 2024 "On the National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Outlook up to 2036" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (accessed: 15.03.2026).
5. Decree of the Government of the Russian Federation No. 729 of May 13, 2021 "On Measures to Implement the Strategic Academic Leadership Program 'Priority-2030'" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202105210040 (accessed: 15.03.2026).
6. Decree of the Government of the Russian Federation No. 619 of April 8, 2022 "On Measures of State Support for the Development Programs of Advanced Engineering Schools" // Official Publication of Legal Acts. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202204110041 (accessed: 15.03.2026).
7. Meeting with Government Members // President of Russia. 04.03.2026. URL: https://kremlin.ru/events/president/news/79256 (accessed: 15.03.2026).
8. Conference on Artificial Intelligence // President of Russia. 24.11.2022. URL: https://kremlin.ru/events/president/news/69927 (accessed: 15.03.2026).
9. Meeting of the State Council // President of Russia. 25.12.2025. URL: https://kremlin.ru/events/state-council/78860 (accessed: 15.03.2026).
10. Dmitry Chernyshenko: Our Common Task is to Build a Sovereign Education System // Government of Russia. 26.02.2025. URL: https://government.ru/news/54350/ (accessed: 15.03.2026).
11. Education in Figures: 2024: A Brief Statistical Compendium / T. A. Varlamova, L. M. Gokhberg, O. A. Zorina et al.; National Research University Higher School of Economics. Moscow: HSE University, 2024.
12. Order of the Ministry of Education and Science of Russia No. 376 of April 22, 2025 "On Approval of the Lists of Winners of the Competitive Selection of Student Design Bureaus of Educational Institutions of Higher Education Subordinate to the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation" // Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation. URL: https://www.minobrnauki.gov.ru/documents/?ELEMENT_ID=97459 (accessed: 15.03.2026).
13. Khokhlenkova, L. A. (2021). Practice-Oriented Education of Students at the University. Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology, 10(2), 314-317. DOI: 10.26140/anip-2021-1002-0078.

Особенности инновационного развития территорий: финансовый аспект и риски

Перепечкина Екатерина Анатольевна
Главный специалист Управления HR, ОЭЗ ППТ «Алабуга», pererepechkinakt@mail.ru,

Черникина Елена Владимировна
кандидат экономических наук, доцент, кафедра финансов и кредита, Российский государственный гуманитарный университет (РГГУ), elvchernikina@yandex.ru,

Котова Татьяна Владимировна
кандидат экономических наук, доцент, кафедра «Финансы и учет», Астраханский государственный технический университет, kotova-tatyana@yandex.ru

В работе представлен анализ региональных механизмов финансирования инноваций и идентификация рисков и факторов, определяющих вектор инновационного развития конкретного региона. Методологическую основу составляют статистический анализ (данные Росстата, Глобального инновационного индекса), экспертная оценка рисков и системный анализ грантовых программ Фонда содействия инновациям. В статье рассматриваются направления инновационной политики, приводится рейтинг стран и РФ по Глобальному инновационному индексу. Особое внимание уделено рассмотрению финансового механизма поддержки инновационного развития региона, в частности, затраты на инновационную деятельность, основные грантовые программы, инновационная инфраструктура Астраханской области. Исследованы региональные финансовые и организационные риски при реализации инновационной деятельности: неэффективность инновационной структуры, негативная динамика ресурсной обеспеченности и недостижение планируемых результатов. Отражены группы факторов, влияющих на выбор приоритетов при разработке программы развития, направленной на повышение эффективности инновационной деятельности.
Ключевые слова: инновационное развитие, региональная экономика, стратегия, финансирование, грантовая поддержка.

В условиях санкционного давления и необходимости импортозамещения способность регионов генерировать и внедрять инновации превращается из фактора конкурентного преимущества в фактор национального суверенитета. Инновационное развитие является ключевым механизмом, влияющим на качество жизни и социальную стабильность в субъектах РФ.

Однако эффективная инновационная политика, направленная на обеспечение суверенитета, не может ограничиваться макроуровнем и зависит от состояния региональных инновационных систем. Именно регионы выступают «точками кристаллизации» новых технологических укладов, где федеральные стратегические приоритеты трансформируются в конкретные проекты и практики. Однако существующие механизмы финансирования инноваций не в полной мере отвечают вызовам современности, что выражается в стагнации инновационной активности, снижении патентной активности в ряде регионов и сохраняющемся разрыве между научными разработками и их коммерциализацией.

Активная инновационная политика на региональном уровне позволяет выявить и усилить уникальные конкурентные преимущества территории, формируя высокотехнологичные предприятия, экспортно-ориентированные производства, которые выступают как драйверы инновационных изменений в регионах.

Региональный анализ инновационного развития позволяет не только выявить детерминанты инновационной динамики, но и сформировать основу для адресной финансовой политики, способной снять барьеры и активизировать потенциал каждой территории в рамках общенациональной стратегии суверенитета.

Варианты направлений инновационного развития каждой страны индивидуальны, что определяется пространственными особенностями, экономическими достижениями, структурой промышленности.

Направления инновационного развития отдельных стран носят индивидуальный характер, который обусловлен тремя группами факторов: пространственными и географическими особенностями, достигнутым уровнем экономического развития, а также сложившейся отраслевой структурой промышленности.

Для проведения межстрановых сопоставлений в данной области ключевое место занимает Глобальный инновационный индекс (The Global Innovation Index, GII). Данный индикатор позволяет не только определить относительную успешность государств в сфере инновационного развития, но и дать комплексную оценку результативности функционирования их национальных инновационных систем.

GII ранжирует мировые экономики в соответствии с их инновационными возможностями. Индекс включает 80 показателей, сгруппированных по двум основным блокам: инновационные ресурсы (innovation input) и инновационные продукты (innovation output). Такая структура направлена на всесторонний охват многомерных аспектов инновационной деятельности.

Рейтинг стран, лидирующих по значению метрики GII в 2025 г. представлен на рисунке 1.

GII rank ↓	Economy	Score	Income group rank
1	Switzerland	66.0	1
2	Sweden	62.6	2
3	United States	61.7	3
4	Republic of Ko rea	60.0	4
5	Singapo re	59.9	5
6	United Kingdom	59.1	6
7	Finland	57.7	7
8	Netherlands (Kingdom of the)	57.0	8
9	Denmark	56.9	9
10	China	56.6	1
11	Germany	55.5	10
12	Japan	53.6	11
13	France	53.4	12
14	Israel	52.3	13
15	Hong Kong, China	51.5	14
16	Estonia	51.1	15
17	Canada	51.1	16
18	Ireland	50.4	17
19	Austria	50.1	18
20	Norway	49.2	19
60	Russian Fede ration	30.3	45

Рисунок 1 - Страны-лидеры по значению GII 2025 [1]

В течение 2023 и 2024 годов лидирующие позиции занимали Сингапур и Республика Корея. Китай занял 10 место, при том, что его экономика является одной из ведущих в мире. В 2025 году в данном рейтинге было представлено 139 экономик [1]. Россия занимала 60 место, в то время как в 2023 году - 51 место [2]. Для повышения рейтинга РФ необходимо уделить большее внимание региональной инфраструктуре финансирования инноваций, совершенствованию финансового механизма. Это можно достигнуть за счет конкурентных преимуществ в инновационном развитии региона, которое приведет к улучшению уровня и качества жизни населения.

Финансовый механизм поддержки инновационного развития региона представляет собой совокупность форм, методов и инструментов формирования, распределения и использования финансовых ресурсов, направленных на создание, трансфер и коммерциализацию инноваций. В отличие от отраслевых механизмов, данный механизм обладает высокой адаптивностью и должен учитывать специфику региональной инновационной экосистемы. Источниками финансового обеспечения данного механизма являются бюджетные источники- федеральные (субсидии, гранты в рамках нацпроектов) и региональные средства; внебюджетные: собственные средства предприятий, банковские кредиты, венчурный капитал, средства институтов развития, а также привлеченные (средства государственно-частного партнерства (ГЧП)).

Отмечается, что Астраханская область, как и все субъекты РФ, имеет Стратегию социально-экономического развития, но для устойчивости и прогрессивности экономической системы необходим переход на инновационный сценарий развития, основанный на эффективном использовании современных институтов и финансовых механизмов для максимальной переориентации вложений капитала в высокотехнологичные сектора экономики.

По данным Национального рейтинга инновационного развития субъектов Российской Федерации, Астраханская область заняла 65-е место в 2024 г [3], 63 место в 2025 г. [4] Рейтинг определяется на основе нескольких показателей, включая инвестиции в научные исследования, патенты, инфраструктуру для инноваций, доступность высокотехнологичных ресурсов, инновационные предприятия и другие факторы.

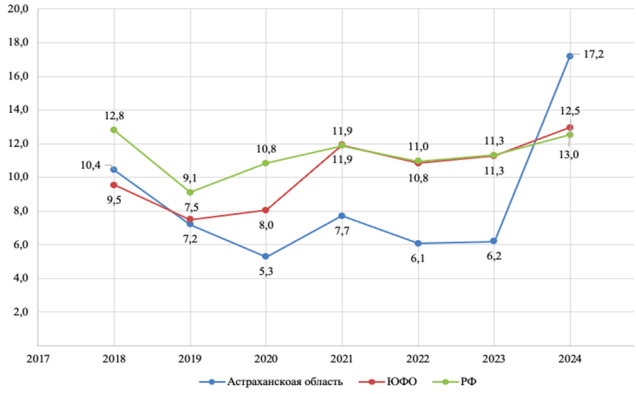


Рисунок 2 - Уровень инновационной активности (%) [5]

По данным Росстата по Астраханской области за 2024 год уровень инновационной активности организаций составил 17,2%, это 5 место по России (в 2023 году 6,2%, 63 место по России), показатель в 1,4 раза превышает среднее значение по России. Доля организаций, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций составила 26,4%, это 17 место по России (в 2023 году 14,8%, 57 место по России), показатель находится на среднероссийском уровне. Объем инновационных товаров, работ, услуг составил 1,6 млрд руб., что в 2,8 раза выше, чем в 2023 году (0,57 млрд руб.), позиция региона улучшилась на 7 пунктов с 74 на 67 место.

Затраты на инновационную деятельность организаций составили 13,9 млрд руб., что в 19 раз выше, чем в 2023 году (0,7 млрд руб.), это 36 место по России (в 2023 году - 71 место по России). В 2024 году затраты на инновационную деятельность, в том числе приобретение нового высокотехнологичного оборудования, традиционно осуществляли предприятия добывающих отраслей, сфер энергетики и связи, предприятия обрабатывающей промышленности, а также медицинские учреждения региона. Модернизация производства, приобретение нового оборудования, усовершенствование технологических процессов позволили предприятиям увеличить объем отгрузки новых или улучшенных товаров, работ или услуг.[6]

Все инструменты развития и поддержки инноваций выстроены в единую цепочку и обеспечивают поддержку инноваций на всех стадиях от создания новой компании до воплощения идей в продукт и успешного выхода этого продукта на рынок.

Инновационная инфраструктура Астраханской области включает в себя различные элементы, которые способствуют развитию и государственной поддержке инноваций:

1. Научно-исследовательские институты и лаборатории: регион имеет специализированные научные центры, которые проводят научные исследования и разработки в различных областях, таких как медицина, энергетика, сельское хозяйство и др.

2. Университеты и образовательные учреждения: высшие учебные заведения, которые предлагают программы по научным и техническим специальностям, играют важную роль в инновационной инфраструктуре. Они предоставляют доступ к современным лабораториям, технологическим паркам и другим ресурсам.

3. Технопарки и инкубаторы: в регионе существуют специализированные парки и инкубаторы, которые предоставляют стартапам и инновационным компаниям доступ к инфраструктуре, финансированию, консультациям и сопровождению.

4. Финансирование и гранты: доступ к финансированию является важным элементом инновационной инфраструктуры. Государственные и частные фонды и организации предлагают финансовую поддержку и гранты для инновационных проектов.[7]

5. Бизнес-сообщество и инновационные сети: сотрудничество между бизнесом, научно-исследовательскими институтами и университетами является важной составляющей инновационной инфраструктуры. Создание сетей и партнерств способствует обмену знаниями и технологиями, а также коммерциализации инноваций.

Дальнейшее развитие инновационной инфраструктуры в Астраханской области требует активных действий по созданию новых центров инноваций, улучшению доступа к финансированию, развитию сотрудничества между различными участниками и повышению готовности бизнеса и общества к инновациям.

Финансирование инновационной деятельности Астраханской области осуществляется за счет бюджетных ресурсов, однако объемы инвестирования со стороны государства не достаточны, к тому же наукоемкое малое и среднее предпринимательство не в состоянии выделить необходимых средств для осуществления инновационных проектов, что в итоге негативно сказывается на развитии инновационной деятельности и приводит к неразвитости высокотехнологичного рынка и экономики. Инновационная деятельность региона в процессе своего функционирования, сопровождается следующими рисками: риск неэффективной деятельности инновационной структуры, риск негативной динамики ресурсной обеспеченности, риск недостижения планируемых результатов инновационных проектов.

Гранты, выделяемые Фондом содействия инновациям Астраханской области, способствуют развитию высокотехнологических технологий в различных отраслях народного хозяйства [8].

Программа «Старт» ориентирована на ранние этапы инновационной деятельности — от лабораторной идеи до создания прототипа и начала коммерциализации. Программа охватывает шесть технологических направлений (лотов): цифровые технологии, медицина и здоровьесбережение, новые материалы и химические технологии, новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, биотехнологии, а также ресурсосберегающая энергетика. Эта структура полностью коррелирует с перечнем значимых технологий Российской Федерации, что обеспечивает соответствие проектов государственным приоритетам.

Программа «Старт» реализуется в два обязательных этапа, первый этап, предусматривает грант до 5 млн рублей сроком на один год. Внебюджетное софинансирование на этом этапе не требуется, что делает программу доступной для проектов, не имеющих начального капитала. Средства направляются на выполнение НИОКР и изготовление лабораторного образца. Второй этап, предполагает грант до 10 млн рублей также сроком на один год, но уже при условии софинансирования не менее 15% от суммы гранта из собственных средств или средств инвестора, данный этап отсеивает проекты, не способные привлечь внешнюю поддержку. Также программа представляет собой грант до 18 млн рублей на коммерциализацию созданной продукции — при этом расходы на выполнение НИОКР прямо исключены. Требование к софинансированию повышается до 30% от суммы гранта. В рамках программы успешное завершение предыдущего этапа даёт право подать заявку на следующий, причём каждый шаг требует всё большей рыночной зрелости проекта.

Программа «Развитие» предназначена для малых инновационных предприятий и сумма грантов колеблется в пределах от 15 до 30 млн.руб.

Срок действия гранта 12-24 месяца. Предусмотрено и внебюджетное финансирование не менее 15 % от суммы гранта. Данная программа направлена на устойчивое масштабирование бизнеса.

Таким образом, программа «Развитие» нацелена на устойчивое масштабирование бизнеса с измеримыми производственными и кадровыми результатами.

Программа «Коммерциализация» используется для финансирования компаний, которые уже полностью завершили стадию НИОКР и планируют создание или расширение производства инновационной продукции в сумме до 30 млн.руб. в течение 12 месяцев, а внебюджетное финансирование, составляет не менее 50% суммы гранта. Это самое жёсткое требование среди всех анализируемых программ. Основные направления финансирования связаны с оснащением производства, сертификацией, маркетингом, логистикой, но не самими исследованиями. Требование софинансирования в 50% означает, что компания должна обладать значительными собственными средствами или подтверждёнными инвестициями, что служит гарантией её рыночной состоятельности.

Программы грантовой финансовой поддержки охватывают все ключевые стадии инновационного цикла. Последовательное ужесточение условий от роста доли внебюджетного софинансирования, введения требования опыта продаж, закрепление целевых показателей по выручке и занятости отделяет проекты, способные к рыночному масштабированию, от тех, что остаются на уровне образцов.

Жесткие требования к софинансированию в условиях невысокой инвестиционной активности, требования к наличию опыта продаж наукоемкой продукции создает условия, когда множество проектов получают гранты (до 5–10 млн.руб. с низким или нулевым софинансированием), но лишь единицы переходят к программам «Развитие» и «Коммерциализация», также отсекаются университетские стартапы, которые генерируют патенты, но не имеют рыночных продаж.

Для преодоления этих барьеров и переходу к зрелым программам инновационного развития целесообразно реализовать направление по созданию региональных механизмов софинансирования (венчурные посевные фонды, конвертируемые займы) и развития институтов трансфера технологий. Без таких мер значительная часть грантовых средств будет оставаться на стартовом этапе (программе), не приводя к созданию устойчивых инновационных производств и рабочих мест. [8]

Для нейтрализации выявленных проблем, необходимо стимулирование полного взаимодействия инновационного потенциала и факторов институциональной среды, а также внедрение соответствующих региональных проектов.

Для решения проблемы инновационного развития необходимо, прежде всего, предусмотреть рассмотрение рисков научно-технического потенциала. Процесс идентификации сводится к выявлению возможных проблем, составлению перечня и описанию элементов риска. Риски инновационного сценария развития Астраханской области значительны и обусловлены сложностью и длительностью процессов технологической модернизации отраслей. Следует отметить, что полностью избежать риска в инновационной деятельности невозможно. Методом экспертной оценки были сформированы в группы наиболее значимые риски реализации региональной инновационной деятельности Астраханской области (таблица 1).

На каждый из идентифицируемых рисков, описанных в таблице 1, могут повлиять и другие систематические и несистематические (специфические) риски, которые только повысят вероятность возникновения и повлекут за собой определенные последствия.

Таблица 1

Проявление региональных рисков при реализации инновационной деятельности по Астраханской области

Наименование риска	Причина риска	Факторы риска
1.Риск неэффективной деятельности инновационной структуры	Недостаточное (низкое) качество региональной системы образования, в т.ч. в сфере науки и инноваций	-недостаток инновационных грантов из-за низкой активности профессорско-преподавательского состава и научных сотрудников вузов -отсутствие или недостаточная мобильность кадров при повышении квалификации в инновационных центрах - рассогласование рынка труда и рынка образования в сфере инноваций -недостаток молодых кадров в возрасте до 40 лет в вузах, что снижает конкурентоспособность российского образования
2.Риск негативной динамики ресурсной обеспеченности	Нарушение системы регионального управления инновационной деятельностью	- снижение количества предприятий, осуществляющих организационные и технологические инновации, низкая степень востребованности инноваций предпринимателями; - геополитические и природно- географические факторы, в т.ч. ограниченность природных ресурсов; - сокращение финансирования на развитие научно-технологической деятельности региона, в т.ч. государственная поддержка учреждения «АОИЦ»; - снижение уровня информатизации региона; - низкий уровень интеллектуального потенциала в области науки, технологий и инноваций; - низкая заинтересованность населения в развитии региона; - ограничения в обеспеченности основными фондами, сокращения производственно-технического потенциала.
3.Риск недостижения планируемых результатов инновационных проектов	Неэффективное использование имеющегося инновационного потенциала региона (неэффективная региональная политика)	- возникновение потерь в процессе финансирования, разработки, производства и реализации инноваций; - низкий уровень развития инновационных и инвестиционных инфраструктур; - сложность приобретения и внедрения новых технологий; - нестабильность зарубежных и отечественных рынков; - недостаточный уровень ресурсной обеспеченности (человеческой, информационной, экономической и природной); - ошибки в оценке возможности реализации результатов инновационных проектов; - неблагоприятная геополитическая ситуация; - повышенная опасность стихийных бедствий (пожары, гололедные явления и т.п.) и техногенных катастроф; -низкая доля собственных доходов, дисбаланс финансов региона.

Источник: составлено автором

После процесса идентификации рисков при реализации инновационной деятельности в Астраханской области, следует разработать мероприятия по снижению вероятности возникновения выявленных рисков.

На выбор приоритетов разрабатываемой программы развития, направленной на повышение эффективности инновационной деятельности, и как следствие, на социально-экономическое развитие Астраханской области в целом, влияют группы факторов.

1. Институциональная научно-техническая группа факторов:

- наличие структур, оказывающих поддержку региональной научно-технической деятельности: образовательная, научно-техническая и инновационная инфраструктура. За последние годы инновационная инфраструктура в регионе развивается при поддержке местных властей, в состав системы входят технопарки, бизнес-инкубаторы, автономные центры развития инновационной деятельности и поддержки малого бизнеса и др., функционирует особая экономическая зона, инновационные условия сформированы практически в каждом вузе. Однако стоит отметить, что эффективность ее использования недостаточна, а также спрос на инновации со стороны региональных компаний остается недостаточно высоким;

- наличие научно-технологических ресурсов, региону свойственен определенный задел научных исследований и разработок практического использования и отдачи от реализации инноваций в экономике региона, незначительная динамика создания и использования передовых производственных технологий, улучшение ситуации в региональной системе патентования;

- система сотрудничества и потенциальная возможность кооперации предприятий определенной отрасли, преимущественно в нефтегазовой промышленности, с ведущими региональными высшими и средними учебными заведениями, научно-исследовательскими организациями, институтами развития и организациями инновационной инфраструктуры, с компаниями малого и среднего бизнеса. Возможность сотрудничества с крупными региональными инвесторами ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть», ООО «Газпром добыча Астрахань», ООО «КТК», реализация совместного инновационного проекта в рамках особой экономической зоны «Лотос» и др., возможность построения сотрудничества с иностранными инвесторами для привлечения капитала в инновационный проект CNGS LTD, Saipem, Bumi Armada и др.

2. Научно-образовательная группа факторов:

- наличие высшего, среднего профессионального образования с широким набором специальностей и учебных заведений, и как следствие возможностей для воспроизводства кадров для научно-технической сферы – средняя (сопоставимая с показателями по Южному федеральному округу) численность студентов, выпускников вузов и число аспирантов. В связи с этим необходимо интенсивно финансировать систему высшего образования с целью сдерживания отрицательного тренда, а

также дальнейшего поддержания качества и стимулирования сферы образования;

- налаженная научная инфраструктура на базе вузов и возможность проведения на ее основе фундаментальных исследований и прикладных разработок в интересах субъектов региональной инновационной деятельности ведущими астраханскими образовательными институтами и университетами ФГБОУ ВО «АГТУ» и ФГБОУ ВО «АГУ» в рамках малых инновационных предприятий и структурных подразделений, а также ФГБНУ «КаспНИРХ»;

- наличие в ведущих университетах региона ФГБОУ ВО «АГТУ» и ФГБОУ ВО «АГУ» системы подготовки магистров и кадров высшей квалификации (аспирантура и докторантура), системы непрерывного образования и программ переподготовки и повышения квалификации, а также наличие в составе региональных вузах высококвалифицированного педагогического штата сотрудников. Однако, данный фактор может усугубиться внешней негативной ситуацией в российской науке, которая влечет за собой снижение качественных и количественных показателей подготовки научно-образовательных кадров. Поэтому влияние данного фактора эффективности должно сопровождаться мерами государственного регулирования и реформирования системы образования, в том числе в рамках региональной стратегии развития.

3. Нормативно-правовая группа факторов:

- нормативные правовые акты федерального и регионального уровня направлены на развитие инновационной деятельности, стратегии инновационного развития;

- региональная поддержка патентно-лицензионного сопровождения деятельности субъектов МСП, содействие в улучшении ситуации с управлением интеллектуальной собственностью в организациях и предприятиях и правового обеспечения деятельности МСП центром поддержки предпринимательства.

4. Организационная группа факторов:

- система государственного структурного управления научно-технической сферой региона, внедрение регламентов и осуществление контроля путем отслеживания их выполнения региональным представительством Фонда содействия инновациям с совместной работой Правительства Астраханской области в сфере реализации научно-инновационных проектов.

- Имеющиеся ресурсы для организации кластерной структуры, инновационного территориально-производственного кластера в судостроении на базе региональной судостроительной площадки АО «ССЗ «Лотос» как объекта внедрения инновационных продуктов и современных методов управления производством и процессами. Тем самым, реализуется реальный способ аккумулирования ресурсов для повышения открытости региональной инновационной системы и экономического развития территории, расширения международного сотрудничества с Прикаспийскими государствами.

- Сложившийся вектор формирования и распространения корпоративных механизмов и структур, способствующих созданию и внедрению инноваций крупными региональными предприятиями в т.ч. с государственной поддержкой.

5. Производственная группа факторов:

- устойчивое развитие приоритетных отраслей региона, в частности, сохраняется положительная динамика показателей индекса развития промышленности, топливно-энергетического и агропромышленного комплекса;

- производственно-технологическая база, в т.ч. высокий уровень состояния основных производственных фондов компаний ООО «Лукойл-Нижневолжскнефть», ООО «Газпром добыча Астрахань» и АО «КТК-Р», предприятий-резидентов ОЭЗ «Лотос» и др., соответствующая современным требованиям по производительности и обеспечивающая эффективный контроль качества производимой продукции, а также обеспеченность данных предприятий необходимыми природными ресурсами и возможностями для дальнейшего развития в рамках их участия в системе инновационной сферы региона;

- выход товаров и услуг на внешние рынки, расширение географии поставок региональных предприятий (преимущественно рыбная промышленность, пищевая промышленность, химическая промышленность), налаженная организация в рамках бизнес-миссий для экспортно-ориентированных малых и средних компаний по разным направлениям: Армения, Казахстан, Азербайджан, Китай.

Наращивание мощностей транспортной и логистической инфраструктуры как морской торговли, так и транспортных коридоров «Север-Юг» и «Восток-Запад».

6. Трудовая (кадровая) группа факторов:

- обеспеченность региональных предприятий кадровыми ресурсами с разным уровнем образования и квалификацией. Интеллектуальный потенциал представлен значительной долей занятого населения с высшим образованием (около 35%) и средним профессиональным (около 30%). При этом отмечается разный возрастной состав работников предприятий и организаций, региональная рабочая сила представлена преимущественно по возрастной группе 30-39 и 40-49 лет. На предприятиях проводятся работы по омоложению кадрового состава и снижению оттока молодых специалистов, их количественный показатель составляет около 22% всего занятого населения;

- наличие интеллектуального капитала, представленного определенным штатом научных исследователей высшей категории – докторов и кандидатов наук, занимающихся исследованиями и разработками, соотношение которых в регионе составляет 1:3 соответственно. Тем не менее, нельзя выпускать из виду тот факт, что дальнейшее сохранение отрицательных тенденций в региональной исследовательской среде может привести к обострению вопроса недостатка научного персонала;

- целевые программы развития поддержки поиска и воспитания талантливой интеллектуальной молодежи, такие как региональный конкурс детского и юношеского творчества «Инновационная идея», проект «Инновации без преград», Международный Каспийский технологический форум «Технокаспий»; реализуется программа «УМНИК», ориентированная на поддержку инновационных идей молодежи - студентов, аспирантов и молодых учёных от 18 до 30 лет.

7. Экономическая (финансовая) группа факторов:

- Несмотря на финансовую поддержку со стороны Фонда содействия инновациям Астраханской области, объем финансирования со стороны государства остается недостаточным, поэтому необходимо развивать сотрудничество с компаниями, средним бизнесом для увеличения внебюджетных источников финансирования;

- предпосылки создания венчурного фонда с участием не только государственного сектора, но и преимущественно с развитием финансирования частных инвесторов, так как бюджет региона не располагает достаточными финансовыми средствами и не может инвестировать в создание и поддержание фонда в достаточной степени.

- Финансирование инновационной деятельности должно осуществляться в Астраханской области не только в сфере добычи сырьевых ресурсов, но и в сфере внедрения высоких технологий, искусственного интеллекта на промышленных предприятиях.

Выделенные факторы, влияющие на эффективность инновационной деятельности в регионе, позволяют выстроить основные направления инновационной экономики в рамках дальнейшего построения стратегии роста региона. На сегодняшний день делается много шагов к развитию научного и образовательного потенциала региона и можно с уверенностью утверждать, что в Астраханской области складываются определенные заделы, способствующие становлению полноценной инновационной системы и качественному преобразованию региональной экономики.

Необходимым механизмом для преодоления имеющихся трудностей и грамотного применения влияния выявленных выше факторов является создание инновационной региональной стратегии в качестве особой системы, которая эффективно скоординирует взаимосвязь между субъектами инновационной деятельности - государством, бизнесом, наукой и образованием.

Литература

1. World Intellectual Property Organization. Report «Global Innovation Index 2025» URL: https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html (дата обращения 04.04.2026)

2. Russian Federation ranking in the Global Innovation Index 2025. WIPO. URL: https://www.wipo.int/gii-ranking/en/russian-federation (дата обращения 04.04.2026)

3. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 9 / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, С.В. Артёмов и др.; под ред. Л.М. Гохберга, Е.С. Куценко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 248 с.

4. Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 10 [Электронный ресурс] / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, С.В. Артёмов, и др.; под ред. Л.М. Гохберга, Е.С. Куценко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – Электрон. текст. дан. (21.7 Мб). – М. : ИСИЭЗ ВШЭ, 2025

5. Федеральная служба государственный статистики. Наука, инновации, технологии .Официальный сайт. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/statistics/science (дата обращения 04.04.2026)

6. Министерство экономического развития Астраханской области. Официальный сайт. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://minec.astrobl.ru/news/predpriyatiya-astrahanskoy-oblasti-pokazali-vysokuyu-innovacionnuyu-aktivnost (дата обращения 04.04.2026)

7. Шальнева, М. С. Финансовые инструменты государственной поддержки высокотехнологичных компаний как механизм стимулирования инноваций / М. С. Шальнева, В. Д. Томашова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 12-1. – С. 163-170. – DOI 10.17513/vaael.3881

8. Фонд содействия инновациям. Официальный сайт. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://fasie.ru/programs/programma-razvitie/ (дата обращения 04.04.2026)

Features of innovative development of territories: financial aspects and risks

Perepechkina E.A., Chernikina E.V., Kotova T.V.

SEZ «Alabuga», Russian State University for the Humanities, Astrakhan State Technical University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article presents an analysis of regional mechanisms of financing innovation and identifies the risks and factors that determine the direction of innovative development in a specific region. The methodological basis includes statistical analysis (data from Rosstat and the Global Innovation Index), expert risk assessment, and a systematic analysis of grant programs offered by the Innovation Assistance Fund. Key directions of innovation policy and the rankings of countries and the Russian Federation according to the Global Innovation Index are discussed. Special attention is given to the financial mechanism supporting regional innovation development, particularly innovation expenditures, major grant programs, and the innovation infrastructure of the Astrakhan region. The study examines regional financial and organizational risks in implementing innovation activities, including inefficiency of the innovation structure, negative trends in resource availability, and failure to achieve planned results. The groups of factors that influence the choice of priorities when developing a program aimed at improving the efficiency of innovation activities are also outlined.

Keywords: innovation development, regional economy, strategy, financing, grant support.

References

1. World Intellectual Property Organization. Report «Global Innovation Index 2025» URL: https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html (data obrashheniya 04.04.2026)
2. Russian Federation ranking in the Global Innovation Index 2025. WIPO. URL: https://www.wipo.int/gii-ranking/en/russian-federation (data obrashheniya 04.04.2026)
3. Rejting innovacionnogo razvitiya sub``ektov Rossijskoj Federacii. Vy`pusk 9 / V.L. Abashkin, G.I. Abdraxmanova, S.V. Artyomov i dr.; pod red. L.M. Goxberga, E.S. Kucenko; Nacz. issled. un-t «Vy`sshaya shkola e`konomiki». – M. : ISIE`Z VShE`, 2024. – 248 s.
4. Rejting innovacionnogo razvitiya sub``ektov Rossijskoj Federacii. Vy`pusk 10 [E`lektronny`j ¬resurs] / V.L. Abashkin, G.I. Abdraxmanova, S.V. Artyomov, i dr.; pod red. L.M. Goxberga, E.S. Kucenko; Nacz. issled. un-t «Vy`sshaya shkola ¬e`konomiki». – E`lektron. tekst. dan. (21.7 Mb). – M. : ISIE`Z VShE`, 2025
5. Federal`naya sluzhba gosudarstvenny`j statistiki. Nauka, innovacii, texnologii .Oficial`ny`j sajt. [E`lektronny`j resurs] - Rezhim dostupa: https://rosstat.gov.ru/statistics/science (data obrashheniya 04.04.2026)
6. Ministerstvo e`konomicheskogo razvitiya Astraxanskoj oblasti. Oficial`ny`j sajt. [E`lektronny`j resurs] - Rezhim dostupa: https://minec.astrobl.ru/news/predpriyatiya-astrahanskoy-oblasti-pokazali-vysokuyu-innovacionnuyu-aktivnost (data obrashheniya 04.04.2026)
7. Shal`neva, M. S. Finansovy`e instrumenty` gosudarstvennoj podderzhki vy`sokotexnologichny`x kompanij kak mexanizm stimulirovaniya innovacij / M. S. Shal`neva, V. D. Tomashova // Vestnik Altajskoj akademii e`konomiki i prava. – 2024. – № 12-1. – S. 163-170. – DOI 10.17513/vaael.3881
8. Fond sodejstviya innovaciyam. Oficial'nyj sajt. [Ehlektronnyj resurs] - Rezhim dostupa: https://fasie.ru/programs/programma-razvitie/ (data obrashcheniya 04.04.2026)

Инновационные решения как фактор повышения конкурентоспособности маркетплейсов

Шевченко Светлана Семеновна
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и финансов общественного сектора, ИГСУ, Российская академия народного хозяйства и государственной службы, cbos@mail.ru

В статье рассматривается роль инновационных решений в обеспечении и укреплении конкурентоспособности современных маркетплейсов. Анализируются ключевые технологические направления — применение искусственного интеллекта, автоматизация логистики, персонализация пользовательского опыта, развитие систем безопасности и инструментов продвижения. Обосновывается взаимосвязь между инновационной активностью платформы и её рыночными позициями. Выделяются основные риски, сопровождающие внедрение цифровых технологий. Делается вывод о том, что системное применение инноваций является не конкурентным преимуществом, а обязательным условием устойчивого функционирования маркетплейса в современной экономической среде.

Ключевые слова: маркетплейс, инновации, искусственный интеллект, конкурентоспособность, цифровая экономика, логистика, персонализация, электронная коммерция.

Введение

Современный рынок электронной коммерции переживает стремительную трансформацию. Маркетплейс — многосторонняя цифровая платформа, которая объединяет продавцов и покупателей, создавая единое пространство для совершения сделок, — за последнее десятилетие превратился из вспомогательного канала сбыта в доминирующую форму розничной торговли. По подсчётам Ассоциации компаний интернет-торговли, объём российского рынка e-commerce в 2025 году достиг 11,5 трлн рублей, увеличившись на 28% [10]. Wildberries, Ozon, Яндекс Маркет и ряд других игроков формируют конкурентную среду, в которой выживаемость определяется прежде всего способностью платформы непрерывно обновлять технологическую базу и предлагать участникам рынка решения, недоступные у конкурентов.

В этих условиях категория «конкурентоспособность» приобретает особое содержание. Применительно к маркетплейсу её следует понимать как совокупность возможностей платформы удерживать и наращивать аудиторию продавцов и покупателей, обеспечивать лучший пользовательский опыт и создавать экономически эффективные условия ведения торговли по сравнению с альтернативными площадками [16]. Инновации при этом выступают не разовым инструментом, а системообразующим фактором, определяющим способность платформы соответствовать постоянно возрастающим ожиданиям рынка.

Целью настоящей статьи является изучение инновационных технологий, применяемых современными маркетплейсами, оценка их влияния на конкурентоспособность платформ, а также выявление рисков, сопутствующих цифровой трансформации.

Центральное место среди инновационных решений, применяемых маркетплейсами, занимает искусственный интеллект (ИИ) — совокупность технологий, позволяющих компьютерным системам выполнять задачи, которые традиционно требовали человеческого интеллекта:

- анализировать данные;
- распознавать образы;
- прогнозировать поведение и принимать решения.

Важно понимать, что ИИ на маркетплейсах — это не единая технология, а набор взаимосвязанных инструментов, каждый из которых решает конкретную бизнес-задачу.

Одним из наиболее практически значимых направлений является применение нейросетей для генерации контента. В контексте маркетплейса нейросети используются для автоматического формирования описаний товаров, создания фотографий в рамках предметной съёмки, разработки инфографики. Это существенно снижает издержки продавцов на подготовку контента и одновременно повышает его единообразие и качество, что положительно сказывается на конверсии — доле посетителей, совершающих покупку [22].

Ещё более сложным инструментом являются автономные ИИ-агенты — программные системы, способные самостоятельно принимать управленческие решения в рамках заданных параметров. На практике это означает автоматическое управление динамическим ценообразованием: система анализирует цены конкурентов, уровень спроса и остаток товара на складе, после чего корректирует стоимость в режиме реального времени без участия человека. Помимо этого, ИИ-агенты способны перераспределять рекламный бюджет между кампаниями, прогнозировать скорость «вымывания» — исчерпания — товарных запасов и автоматически формировать заявки на поставку [7]. Совокупность этих функций позволяет крупным продавцам и самим платформам существенно снизить операционную нагрузку и повысить точность управленческих решений.

Машинное обучение — раздел ИИ, в котором система самостоятельно совершенствует свои алгоритмы на основе накапливаемого опыта — применяется на маркетплейсах для:

- прогнозирования спроса;
- оптимизации маршрутов доставки;
- управления складскими запасами.

В свою очередь анализ больших данных (BigData) о поведении пользователей, сезонных колебаниях и внешних факторах позволяет платформам:

- заблаговременно готовиться к пиковым периодам;
- минимизировать дефицит товаров;
- и сокращать издержки на хранение [20].

По оценкам исследователей, применение предиктивной аналитики — то есть аналитики, направленной на предсказание будущих событий, — позволяет снизить складские издержки на 15–25% [9].

Отдельного внимания заслуживает персонализация — формирование для каждого пользователя индивидуальной «витрины» на основе его истории покупок, поисковых запросов и поведенческих паттернов. Алгоритмы рекомендательных систем анализируют эти данные и предлагают товары, с наибольшей вероятностью представляющие интерес для конкретного человека. Результатом является не только рост конверсии, но и увеличение среднего чека — суммы, которую покупатель тратит за одну сессию [12]. Персонализация рекламы при этом позволяет продавцам направлять маркетинговый бюджет точечно, а не широким охватом, что повышает рентабельность рекламных вложений.

Скорость и надёжность доставки устойчиво входят в число ключевых факторов выбора покупателем той или иной платформы [8]. Именно поэтому маркетплейсы вкладывают значительные ресурсы в автоматизацию логистических процессов.

Так, например, роботизированные склады — объекты, оснащённые автоматическими системами сортировки, хранения и комплектации заказов, — позволяют обрабатывать многократно большие объёмы отправлений при меньшем числе ошибок и с более высокой скоростью, чем традиционные склады с ручным трудом. При этом системы автоматического управления запасами в режиме реального времени отслеживают остатки на всех складских узлах и инициируют перемещение товаров между ними до возникновения дефицита.

Параллельно развиваются нестандартные способы доставки. Ряд крупных платформ проводит пилотные проекты по использованию дронов — беспилотных летательных аппаратов — для доставки товаров в удалённые или труднодоступные районы. Более того, в России развитие беспилотных летательных систем (БАС) поддерживается национальным проектом «Беспилотные авиационные системы». Несмотря на то, что эта технология ещё не вышла на этап массового применения в России, она демонстрирует вектор развития отрасли [3]. В первую очередь такое логистическое направление развивают ретейл и маркетплейсы Wildberries, Ozon, «Яндекс Маркет».

Расширение сетей постаматов — автоматических пунктов выдачи заказов — и традиционных пунктов выдачи является более зрелым решением, уже охватывающим даже малые населённые пункты и существенно снижающим нагрузку на курьерскую службу.

Важным конкурентным инструментом стало развитие комплексных моделей логистики. Современные маркетплейсы предлагают продавцам несколько схем взаимодействия:

1.FBO (Fulfillment by Operator) — когда склад, упаковка и доставка осуществляются силами платформы;

2.FBS (Fulfillment by Seller) — когда продавец хранит товар у себя, а маркетплейс организует доставку;

3.DBS (Delivery by Seller) — когда весь процесс остаётся за продавцом. Эта многовариантность позволяет платформе привлекать продавцов с разными возможностями и интегрировать их в единую экосистему [18].

Сравнительные характеристики моделей FBO и FBS представлены в таблице 1.

Таблица 1
Преимущества и недостатки моделей логистики FBO и FBS

	FBO	FBS
Достоинства	**Обработка и доставка заказа в кратчайшие сроки**	• Продавец может оперативно реагировать на изменения спроса
	Увеличение объемов продаж	• Экономия на комиссии, выплачиваемой маркетплейсу
	Маркетплейс полностью берет на себя хранение, сборку заказов и отправку покупателям	Возможность тестировать новые позиции
	Упрощение рутинных процессов	**Полный контроль над процессом продажи**
Недостатки	**Высокая комиссия за хранение на складе маркетплейса**	Необходимость самостоятельно заниматься логистикой
	Риск «заморозки» остатков, товар сложнее вывести из продажи	Более длительная доставка
	Необходимо соблюдать требования маркетплейса к поставкам и упаковке товаров	Риск штрафов за несвоевременность передачи заказов
	Ограниченный контроль над процессами сборки и доставки	**Некоторые категории товаров запрещены к продаже по этой схеме**

Работа по схеме DBS отличается от классических моделей и здесь можно выделить следующие особенности:

1. Стоимость логистики дороже, чем у моделей FBO и FBS, поэтому DBS применяют при продаже крупногабаритных товаров;
2. Возможность осуществления полного контроля над процессами – от упаковки товаров до организации доставки и обработки возвратов;
3. Снижение рисков повреждения товаров при перевозке.

Характерно, что данная модель обладает большей скоростью обработки заказов, поскольку лишена посредников, и подойдет тем продавцам, которым важен максимальный контроль при взаимодействии с клиентом.

Характер работы FBO и FBS будет изменен за счет инноваций, которые маркетплейсы планируют применять в текущем году:

- **Динамическое ценообразование логистики.** Это метод, позволяющий формировать тарифы с учетом плавающих коэффициентов приёмки и хранения, которые могут меняться каждый час. Такой подход позволяет переждать моменты, когда приёмка на складе стоит дорого и тем самым адаптировать цены.
- Автоматизация логистики и предсказание сроков доставки. Данный метод подразумевает оптимизацию маршрутов доставки, прогнозирование сроков и снижение затрат на транспортировку. Это улучшит логистические процессы, а также обеспечит клиентам более точную информацию о статусе заказа и снизит время его ожидания.
- Тенденция децентрализации поставок — смещение складской и логистической инфраструктуры в регионы, где наблюдается рост покупательской активности и формируется устойчивая привычка к онлайн-шопингу. Приближение склада к покупателю напрямую сокращает сроки доставки, что является весомым аргументом в конкурентной борьбе.

Продвижение, лояльность и управление аудиторией

Инновации в области продвижения направлены прежде всего на повышение точности и эффективности рекламных коммуникаций. Сквозная аналитика — система отслеживания пути покупателя от первого контакта с рекламой до совершения покупки — позволяет измерять реальную отдачу от каждого рекламного канала и оперативно перераспределять бюджет в пользу наиболее результативных инструментов [1]. В сочетании с большими данными это создаёт основу для формирования точечных, персонализированных рекламных кампаний, значительно более эффективных, чем традиционные форматы массового охвата.

Многие маркетплейсы предоставляют продавцам самостоятельный доступ к инструментам управления рекламными кампаниями — личным кабинетам с аналитикой, возможностью настройки таргетинга и управления ставками. Это снижает зависимость продавца от внешних маркетинговых агентств и делает продвижение более гибким и доступным для малого бизнеса [21].

Параллельно активно развиваются программы лояльности – системы накопительных бонусов, кэшбэка (возврата части стоимости покупки), специальных предложений для постоянных покупателей. Их роль в удержании аудитории покупателей крайне важна: согласно исследованиям в области потребительского поведения, привлечение нового покупателя обходится компании в 5-7 раз дороже, чем удержание существующего [17]. Программы лояльности формируют у покупателя привязанность к конкретной платформе и снижают вероятность его перехода к конкуренту.

Доверие пользователей – как продавцов, так и покупателей – является одним из важнейших нематериальных активов маркетплейса. Его основой служит надёжная система безопасности, включая несколько взаимосвязанных направлений.

Здесь необходимо особо отметить порядок противодействия мошенничеству, которое строится на алгоритмах машинного обучения, способных распознавать подозрительные паттерны поведения:

- нетипичные транзакции;
- массовые регистрации с одного устройства;
- аномальный рост отзывов на товар.

Система реагирует автоматически – блокирует транзакции или аккаунты до завершения проверки, что минимизирует ущерб [5]. Кибербезопасность обеспечивается анализом сетевого трафика в режиме реального времени: ИИ выявляет аномалии, характерные для попыток несанкционированного доступа или распространения вредоносного программного обеспечения, и реагирует на угрозы быстрее, чем это возможно при ручном мониторинге.

Отдельную проблему представляет контрафакт – реализация поддельных товаров под видом оригинальных. До недавнего времени продавцам удавалось проникнуть через многочисленные системы защиты

площадок без особого труда. Однако, сегодня действенный способ избавить покупателей от контрафакта найден. Для того, чтобы предотвращать подобные нарушения, маркетплейсы выстраивают многоуровневые системы автоматической модерации, функции которых представлены на рисунке 1.

Рисунок 1. Функции алгоритмов системы автоматической модерации

Так, например, алгоритмы «Яндекс Маркета» работают круглосуточно, отслеживая уровень цен, показатели продаж и отзывы в реальном времени. Система умеет формировать предположения о подозрительных продавцах и оперативно реагирует [13].

Еще одна задача, решаемая средствами ИИ – борьба с фальшивыми отзывами: алгоритмы выявляют отзывы, написанные по шаблону, оставленные с подозрительных аккаунтов или не соответствующие поведенческой истории пользователя [4]. Высокий уровень доверия к отзывам на платформе напрямую влияет на готовность покупателя совершить покупку, что придает системам модерации стратегическое значение.

Системное внедрение цифовых технологий сопровождается рядом рисков, игнорирование которых может нивелировать конкурентные преимущества.

Первый из них носит геополитический характер: значительная часть современных ИИ-сервисов разработана зарубежными компаниями, которые могут ограничить доступ к своим продуктам для российских пользователей или полностью уйти с рынка. Зависимость от иностранных технологических решений создаёт стратегическую уязвимость, снижающую устойчивость бизнеса [15]. В этой связи актуальность приобретает развитие отечественных альтернатив и импортозамещение в сфере ИТ-инфраструктуры.

Второй риск связан с правовой неопределённостью в отношении контента, создаваемого ИИ. Часть разработчиков нейросетей запрещает использование генерируемых материалов в коммерческих целях или встраивает в них цифровые водяные знаки, ограничивающие сферу применения. Несоблюдение этих условий грозит правовыми претензиями и финансовыми потерями [11].

Третий риск касается потребительского поведения. По мере распространения ИИ-агентов, способных в режиме реального времени сравнивать предложения разных платформ и рекомендовать пользователю оптимальный вариант, эффективность традиционных инструментов продвижения будет снижаться. Покупатель, опирающийся на рекомендацию ИИ-ассистента, менее восприимчив к рекламным усилиям конкретного маркетплейса, что меняет логику конкурентной борьбы [15].

Наконец, этические и юридические риски, связанные с применением ИИ, требуют отдельного внимания. Алгоритмы, принимающие решения в области ценообразования, модерации контента или оценки кредитоспособности, могут воспроизводить системные предубеждения, допускать ошибки, нарушающие права пользователей, или использовать персональные данные способами, не соответствующими действующему законодательству. Всё это несёт репутационные и правовые риски для платформы [19].

Выводы

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что инновационные решения в современных условиях являются не дополнительным, а системообразующим фактором конкурентоспособности маркетплейсов. Применение искусственного интеллекта, автоматизация логистики, персонализация пользовательского опыта, развитие инструментов продвижения и систем безопасности образуют взаимосвязанную технологическую экосистему, в которой каждый элемент усиливает эффект остальных.

При этом инновационное развитие не является безрисковым процессом. Геополитическая зависимость от зарубежных технологий, правовая неопределённость в сфере ИИ-контента, трансформация потребительского поведения и этические риски требуют взвешенного подхода к цифровой трансформации. Стратегически успешной будет та платформа, которая сумеет сочетать активное внедрение инноваций с управлением сопутствующими рисками, последовательным соблюдением правовых норм и выстраиванием доверительных отношений со всеми участниками экосистемы.

Перспективным направлением дальнейших исследований представляется количественная оценка связи между отдельными видами инновационных инвестиций и финансовыми показателями маркетплейсов, а также разработка методических подходов к управлению рисками цифровой трансформации в условиях российского рынка.

Литература

1. Анисимов М. О. Сквозная аналитика как современный инструмент маркетинга взаимодействия // Естественно-гуманитарные исследования. — 2025. — № 1 (57). — С. 559–564.

2. Ассоциация компаний интернет-торговли (АКИТ). Итоги рынка e-commerce в России за 2023 год. — М. : АКИТ, 2024. — 38 с. — Текст : электронный. — URL: https://akit.ru/news/itogi-goda-regiony-peretyagivayut-liderstvo-v-e-commerce (дата обращения: 15.04.2026).

3. Аунина Е. С., Ермаков И. А. Беспилотные летательные аппараты в логистике: зарубежный и отечественный опыт // Вестник университета. — 2024. — № 5. — С. 68–77. — Текст : электронный. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bespilotnye-letatelnye-apparaty-v-logistike-zarubezhnyy-i-otechestvennyy-opyt (дата обращения: 15.04.2026).

4. Бабкин А. В., Буркальцева Д. Д. Импортозамещение в сфере информационных технологий: проблемы и перспективы // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. — 2023. — Т. 16. — № 2. — С. 24–36.

5. Багреева Е. Г., Исмаилов Н. Э., Бобылева Л. М. Искусственный интеллект как противодействие мошенничеству в банковской сфере // Евразийская адвокатура. — 2022. — № 2 (57). — С. 90.

6. Беспилотная доставка: как дроны могут повысить эффективность логистики [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. URL: https://www.rbc.ru/economics/05/11/2025/690b08519a794783f5f1cf35 (дата обращения: 20.04.2025).

7. Городнова Н. В., Скипин Д. Л. Цифровая трансформация бизнес-процессов: теория и практика // Вопросы инновационной экономики. — 2022. — Т. 12. — № 2. — С. 845–862.

8. Жукова Т. В. Тенденции и перспективы развития электронной коммерции в России // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. — 2025. — № 5. — С. 263–269. — Текст : электронный. — URL: https://vest.rea.ru/jour/article/view/2552/1455 (дата обращения: 15.04.2026).

9. Зайченко И. М., Яковлева М. А. Предиктивная аналитика в управлении цепями поставок // Научный Вестник ЮИМ. — 2019. — № 2. — С. 18–22. — Текст : электронный. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prediktivnaya-analitika-v-upravlenii-tsepyami-postavok/viewer (дата обращения: 15.04.2026).

10. Колганова В. Покупатель берет чаще, но меньше [Электронный ресурс] // Коммерсантъ № 55 от 31.03.2026 . URL: https://www.kommersant.ru/doc/8551330 (дата обращения: 20.04.2026)

11. Магомедова Р. Н. Трансформация потребительского поведения на рынке e-commerce // Вопросы управления. — 2023. — Т. 17, № 6. — С. 20–34.

12. Мартынова Ю. П. Тенденции и перспективы развития электронной коммерции: отечественный и зарубежный опыт: выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа) по направлению 38.03.01 «Экономика» / Пензенский государственный университет, Институт экономики и управления. — Пенза, 2023. — 60 с.

13. Охота на фальшивки. Как российские маркетплейсы ведут борьбу с контрафактом? [Электронный ресурс] // Бизнес: Экономика: Lenta.ru URL: https://lenta.ru/articles/2025/09/04/ohota-na-falshivki/ (дата обращения: 20.04.2026)

14. Полежаева Я. В., Попов В. Ю. Проблемы достоверности пользовательских оценок и отзывов на маркетплейсах: системный подход // Бизнес-информатика. — 2025. — Т. 19, № 4. — С. 26–41.

15. Пономарева Е. В. Правосубъектность искусственного интеллекта: теоретико-правовой анализ // Вестник Гуманитарного университета. — 2023. — № 4 (43). — С. 17–31.

16. Портер М. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / пер. с англ. — М. : Альпина Паблишер, 2020. — 715 с. — Текст : электронный. — URL: https://kitob.sies.uz/frontend/web/kitob/kitob_005f85437d82e97.pdf (дата обращения: 15.04.2026).

17. Рейхельд Ф. Эффект лояльности: скрытая движущая сила роста, прибыли и долгосрочной ценности / пер. с англ. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2021. — 384 с.

18. Справочник предпринимателя. Зачем нужен фулфилмент и как он работает / ред. Я. Мизгирева. — Текст : электронный // Т-Банк : сайт. — 2025. — 15 января. — URL: https://secrets.tbank.ru (дата обращения: 15.04.2026).

19. Хабриева Т. Я., Черногор Н. Н. Право в условиях цифровой реальности // Журнал российского права. — 2021. — № 1. — С. 5–16.

20. Черников А. В. Большие данные и машинное обучение в управлении цепями поставок // Логистика и управление цепями поставок. — 2021. — № 4. — С. 34–47.

21. Шейнина М. А. Роль маркетплейсов при реализации рекламных кампаний различного типа // Практический маркетинг. — 2023. — № 6. — С. 42–48.

22. Юрасов А. В. Электронная коммерция: учебное пособие. — М. : Дело, 2019. — 480 с. — Текст: электронный. — URL: https://dic.academic.ru/book.nsf/58236056/Электронная+коммерция.+Учебное+пособие (дата обращения: 15.04.2026).

Innovative Solutions as a Factor in Improving the Competitiveness of Marketplaces

Shevchenko S.S.
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

This article examines the role of innovative solutions in ensuring and strengthening the competitiveness of modern marketplaces. Key technological trends are analyzed, including the use of artificial intelligence, logistics automation, personalization of user experience, and the development of security systems and promotion tools. The relationship between a platform's innovative activity and its market position is substantiated. The key risks associated with the implementation of digital technologies are highlighted. It is concluded that the systematic application of innovation is not a competitive advantage, but a prerequisite for the sustainable functioning of a marketplace in the modern economic environment.

Keywords: marketplace, innovation, artificial intelligence, competitiveness, digital economy, logistics, personalization, e-commerce.

References

1. Anisimov, M. O. “End-to-end analytics as a modern interaction marketing tool” // Natural Sciences and Humanities Research. — 2025. — No. 1 (57). — Pp. 559–564.
2. Association of Internet Trade Companies (AKIT). Results of the e-commerce market in Russia for 2023. — Moscow: AKIT, 2024. — 38 p. — Text: electronic. — URL: https://akit.ru/news/itogi-goda-regiony-peretyagivayut-liderstvo-v-e-commerce (accessed: 15.04.2026).
3. Aunin, E. S., Ermakov, I. A. “Unmanned aerial vehicles in logistics: foreign and domestic experience” // University Bulletin. — 2024. — No. 5. — P. 68–77. — Text : electronic. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bespilotnye-letatelnye-apparaty-v-logistike-zarubezhnyy-i-otechestvennyy-opyt (date of access: 15.04.2026).
4. Babkin A. V., Burkal'tseva D. D. Import substitution in the field of information technology: problems and prospects // Scientific and technical statements of SPbSPU. Economic sciences. — 2023. — Vol. 16. — No. 2. — P. 24–36.
5. Bagreeva E. G., Ismailov N. E., Bobyleva L. M. Artificial intelligence as a means of counteracting fraud in the banking sector // Eurasian Advocacy. — 2022. — No. 2 (57). — P. 90.
6. Unmanned Delivery: How Drones Can Improve Logistics Efficiency [Electronic resource] // Kommersant. URL: https://www.rbc.ru/economics/05/11/2025/690b08519a794783f5f1cf35 (accessed: 20.04.2025).
7. Gorodnova N. V., Skipin D. L. Digital Transformation of Business Processes: Theory and Practice // Issues of Innovative Economics. — 2022. — Vol. 12. — No. 2. — P. 845–862.
8. Zhukova T. V. Trends and Prospects for the Development of E-Commerce in Russia // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. — 2025. — No. 5. — P. 263–269. — Text: electronic. — URL: https://vest.rea.ru/jour/article/view/2552/1455 (date of access: 15.04.2026).
9. Zaychenko I. M., Yakovleva M. A. Predictive analytics in supply chain management // Scientific Bulletin of YUM. — 2019. — No. 2. — P. 18–22. — Text: electronic. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prediktivnaya-analitika-v-upravlenii-tsepyami-postavok/viewer (date of access: 15.04.2026).
10. Kolganova V. The buyer takes more often, but less [Electronic resource] // Kommersant No. 55 of March 31, 2026. URL: https://www.kommersant.ru/doc/8551330 (date of access: April 20, 2026)
11. Magomedova R. N. Transformation of consumer behavior in the e-commerce market // Management Issues. - 2023. - Vol. 17, No. 6. - Pp. 20-34.
12. Martynova Yu. P. Trends and prospects for the development of e-commerce: domestic and foreign experience: final qualifying work (bachelor's thesis) in the direction 38.03.01 "Economics" / Penza State University, Institute of Economics and Management. - Penza, 2023. - 60 p.
13. Hunting for Counterfeits. How Do Russian Marketplaces Fight Counterfeiting? [Electronic resource] // Business: Economy: Lenta.ru URL: https://lenta.ru/articles/2025/09/04/ohota-na-falshivki/ (date of access: 20.04.2026)
14. Polezhaeva Ya. V., Popov V. Yu. Problems of the Reliability of User Ratings and Reviews on Marketplaces: A Systems Approach // Business Informatics. - 2025. - Vol. 19, No. 4. - P. 26-41.
15. Ponomareva E. V. Legal Capacity of Artificial Intelligence: Theoretical and Legal Analysis // Bulletin of the Humanitarian University. - 2023. - No. 4 (43). — P. 17–31.
16. Porter, M. Competitive Advantage: How to Achieve and Sustain High Performance / translated from English. — Moscow: Alpina Publisher, 2020. — 715 p. — Online text. — URL: https://kitob.sies.uz/frontend/web/kitob/kitob_005f85437d82e97.pdf (accessed on April 15, 2026).
17. Reicheld, F. The Loyalty Effect: The Hidden Driving Force of Growth, Profit, and Long-Term Value / translated from English. — Moscow: Mann, Ivanov, and Ferber, 2021. — 384 p.
18. Entrepreneur's Handbook. Why Fulfillment Is Needed and How It Works / ed. by Ya. Mizgireva. — Online text // T-Bank: website. — 2025. — January 15. — URL: https://secrets.tbank.ru (date of access: April 15, 2026).
19. Khabrieva T. Ya., Chernogor N. N. Law in the Context of Digital Reality // Journal of Russian Law. — 2021. — No. 1. — Pp. 5–16.
20. Chernikov A. V. Big Data and Machine Learning in Supply Chain Management // Logistics and Supply Chain Management. — 2021. — No. 4. — Pp. 34–47.
21. Sheynina M. A. The Role of Marketplaces in the Implementation of Various Types of Advertising Campaigns // Practical Marketing. — 2023. — No. 6. — Pp. 42–48.
22. Yurasov A. V. Electronic Commerce: A Tutorial. - Moscow: Delo, 2019. - 480 p. - Text: electronic. - URL: https://dic.academic.ru/book.nsf/58236056/Электренная+коммерция.+Учебное+пособие (date of access: 15.04.2026).

Проблемы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности в составе инновационного продукта

Гайтанова Диана Дамировна
аспирант кафедры инновационной экономики Уфимского университета науки и технологий, dias_08@list.ru

Статья обобщает ограничения и практические решения при применении методов оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в составе инновационного продукта на основе отечественных публикаций 2022-2025 гг. Показано, что наибольшая уязвимость результатов оценки связана с дефицитом сопоставимых рыночных данных для сравнительного подхода, портфельной природой прав (риск двойного счета синергии и неоднородность правового статуса компонентов), а также с трудностями доказуемого обоснования будущих выгод и входных параметров в целях учета, коммерциализации и залога. Предложено рассматривать управленческие процедуры (юридико-техническая инвентаризация ОИС, «карта прав», проверка оборотоспособности, стандартизация подтверждающих документов, сценарное моделирование и стресс-проверка ликвидности) как обязательную часть методики оценки, обеспечивающую сопоставимость и воспроизводимость расчетов для бухгалтерии и аудиторов, инвесторов и партнеров по коммерциализации, а также кредиторов при залоговых сделках.
Ключевые слова: объекты интеллектуальной собственности, инновационный продукт, оценка стоимости, сравнительный подход, доходный подход, портфель РИД, коммерциализация, финансовый учет, залог, ликвидность.

Введение

Интеллектуальная собственность (ИС) в составе инновационного продукта выступает не только юридическим «оформлением» результата НИОКР, но и экономическим ресурсом, который может быть капитализирован через учет, сделки, лицензирование и залог. Поэтому оценка стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в составе инновационного продукта на практике оказывается междисциплинарной процедурой: она требует одновременного учета правового статуса результата (объем исключительных прав, срок, территория, обременения), его технологической готовности и рыночной реализуемости. В связи с этим методическая проблема заключается не в выборе «единственно верного» подхода, а в согласовании цели оценки (учет, коммерциализация, залог, внутренняя управленческая оценка) с источником ценности и качеством доступных данных.

В теоретическом плане оценка стоимости ОИС должна опираться на экономическую сущность создаваемых прав и их способность формировать будущие выгоды, а не на «факт регистрации» интеллектуального результата. Так, Т. В. Балашова отмечает, что ценность ОИС проявляется через ожидаемые выгоды (доход, экономию затрат, конкурентное преимущество), а следовательно, критически важными становятся корректная идентификация объекта оценки и выделение источника стоимости, определяющего применимость выбранного метода [1, с. 38]. В логике «привязки к цели» С. Н. Дорошенко, С. А. Лукьянова и О. С. Павлова подчеркивают, что при оценке для финансового учета на первый план выходят подтверждаемость исходных данных, документирование прав и идентифицируемость НМА, что нередко ведет к более консервативным параметрам по сравнению с оценкой для управленческих решений [5, с. 37].

Практическая специфика инновационного продукта состоит в его комплексности: стоимость создается не одним правом, а конфигурацией взаимодополняющих компонентов (патентные решения, ПО, ноу-хау, документация, дизайн, бренд), которые по-разному защищаются и по-разному монетизируются. Н. Н. Кириллов, развивая портфельный подход, указывает на необходимость оценивания «совокупности оборотоспособных результатов интеллектуальной деятельности», где требуется согласование стоимостей элементов и исключение двойного счета синергии, поскольку итоговая стоимость зависит от связности прав и их пригодности к обороту [7, с. 146]. Одновременно Н. Н. Кириллов и Н. Г. Кириллов показывают, что сравнительный (рыночный) подход в оценке совокупности ОИС может быть прикладным, но его надежность резко снижается при дефиците сопоставимых данных и при сложности корректировок сопоставимости условий сделок и состава передаваемых прав [6, с. 44].

Отдельный блок проблем возникает при переходе от «оценки как расчета» к «оценке как инструменту коммерциализации». Л. М. Куприянова подчеркивает, что при монетизации наукоемких результатов метод оценки должен быть связан с моделью извлечения дохода (лицензирование, отчуждение, вклад в капитал, совместные проекты) и учитывать неопределенность спроса и технологические риски, повышающие требования к обоснованию прогнозных допущений [9, с. 14]. В институциональном измерении Е. С. Подборнова отмечает, что рыночная верификация стоимости (через сделки, лицензии, залог) зависит от развития инфраструктуры оборота прав и прозрачности информации, а их недостаточность ограничивает применимость рыночных ориентиров и воспроизводимость оценок [10, с. 90].

Наконец, прикладной контекст залоговых операций предъявляет к оценке дополнительные требования реализуемости и ликвидности: даже экономически обоснованная величина может быть неприменима, если права трудно отчуждать, высоки юридические риски или отсутствует устойчивый спрос. А. М. Виноградов и Е. А. Бочкова в связи с развитием кредитования под залог ИС подчеркивают необходимость более консервативных допущений и отдельной проверки реализуемости стоимости при обращении взыскания [2, с. 57]. Для объектов, где существенны дизайн-решения и бренд-составляющая, Л. В. Гринцевич и Л. М. Булло указывают на сложность доказуемого выделения вклада дизайнерской составляющей и правовой защиты в конкурентное преимущество, что влияет на риск переоценки или недооценки стоимости ОИС [3, с. 169].

Таким образом, современная практика демонстрирует, что оценка стоимости ОИС инновационного продукта упирается в четыре взаимо-

связанных ограничения: качество правовой «упаковки» и идентификация объекта; доступность сопоставимых рыночных ориентиров и их корректировка; портфельная природа инноваций и риск двойного счета синергии; различие требований к доказательности и консервативности в зависимости от цели оценки (учет, коммерциализация, залог). Это задает необходимость систематизировать методы оценки и одновременно описать процедуры, повышающие проверяемость результата.

Цель исследования – обобщить применяемые методы оценки стоимости ОИС в составе инновационного продукта и выявить ключевые методические проблемы их применения в зависимости от цели оценки (учет, коммерциализация, залог, портфельное управление).

Задачи исследования включают: систематизацию используемых подходов и форматов оценки ОИС в составе инновационного продукта; выявление ограничений сравнительного подхода и условий его применимости; анализ портфельной оценки оборотоспособных РИД и рисков двойного счета; выделение специфики оценок для учета, коммерциализации и залога; формулирование процедур, повышающих доказательность и воспроизводимость результатов оценки.

Методы

Методы исследования – сравнительный и структурный анализ научных публикаций: сопоставление подходов (сравнительный, доходный, затратный и прикладные модификации) по назначению, типу исходных данных и требованиям к доказательной базе; интерпретация выявленных ограничений через связь «цель оценки – источник ценности – качество правовой фиксации – доступность рыночной верификации».

Эмпирическая база – результаты и выводы отечественных исследователей по проблематике оценки стоимости ОИС инновационного продукта и применения оценок в учете, коммерциализации и залоговых сделках, представленные в работах 2022-2025 гг.

Результаты

Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в составе инновационного продукта в современной практике представляют собой совокупность подходов и процедур, позволяющих увязать правовую охраноспособность результатов, их экономическую полезность и возможность коммерческого использования. На выбор конкретного метода влияет цель оценки (учет, сделка, лицензирование, залог), доступность исходной информации и степень развитости рынка аналогов. Для систематизации применяемых методов и авторских акцентов представим их в обобщенном виде (таблица 1).

Таблица 1
Методы оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности инновационного продукта

Метод/подход	Краткая характеристика применения к ОИС в составе инновационного продукта
Сравнительный (рыночный) метод на основе средней рыночной цены аналогичных работ	Определение стоимости по данным о сопоставимых работах/услугах или аналогичных объектах; применим при наличии рынка аналогов и корректировок сопоставимости
Оценка совокупности (портфеля) оборотоспособных РИД	Учет взаимосвязи прав в составе инновационного продукта и их оборотоспособности; согласование оценки элементов и итоговой стоимости портфеля
Принципиальные основы выбора методов (привязка к источнику ценности)	Выбор метода в зависимости от того, какие выгоды формируют стоимость ОИС (доходы/экономия/преимущество), и от корректной идентификации объекта оценки
Методы оценки в финансовом учете (оценка для признания и отражения)	Акцент на подтверждаемость входных данных, документирование прав, идентифицируемость НМА; выбор подхода под требования учета и раскрытия информации
Оценка стоимости в целях коммерциализации (сценарная/модель монетизации)	Привязка расчета к механизму извлечения дохода (лицензирование, отчуждение, вклад и др.), учет неопределенности рынка и технологических рисков
Оценка для залоговых операций (ликвидность и риски)	Консервативные допущения, проверка реализуемости стоимости на рынке, учет рисков обращения взыскания и юридической защищенности прав
Рыночная верификация стоимости через институты инновационной экономики	Учет условий оборота прав (инфраструктура сделок, лицензионные практики), влияющих на применимость рыночных ориентиров и итоговую стоимость

Анализ таблицы показывает, что в работах авторов методы оценки группируются вокруг двух ключевых задач:

1) получение обоснованной величины стоимости, учитывающей рыночные ориентиры и экономическую полезность ОИС;

2) обеспечение «прикладной применимости» результата для конкретной управленческой или финансовой цели (учет, коммерциализация, залог)

Поэтому наряду с описанием собственно методов (например, сравнительного) существенное внимание уделяется условиям применимости и качеству исходных данных. При этом прослеживается переход от оценки единичных объектов к оценке совокупности прав в составе инновационного продукта, что обусловлено комплексностью инноваций (патенты, ПО, дизайн, ноу-хау) и усиливает значимость портфельной составляющей, когда итоговая стоимость зависит не только от ценности каждого элемента, но и от их взаимодополняемости и оборотоспособности в сделках и хозяйственном обороте.

Данная логика согласуется с позицией исследователя Т. В. Балашовой, согласно которой оценка стоимости ОИС должна исходить из их экономической сущности – ценность формируется не «самим фактом» наличия прав, а способностью ОИС создавать будущие выгоды, снижать затраты или обеспечивать рыночные преимущества, вследствие чего при выборе метода принципиально важно корректно определить объект оценки и источники формирования стоимости [1, с. 38], а также с подходом авторов С. Н. Дорошенко, С. А. Лукьяновой и О. С. Павловой, подчеркивающих связь методов оценки с целями использования результатов. Так, для учета и отчетности акцент смещается к подтверждаемости исходных данных, идентифицируемости актива и документированию прав, что напрямую влияет на требования к расчетам и доказательную базу оценки [5, с. 37].

Исследователи Н. Н. Кириллов и Н. Г. Кириллов подчеркивают прикладную значимость сравнительного подхода для оценки совокупности ОИС инновационного продукта, где ориентиром выступают рыночные аналоги работ/услуг и средние рыночные цены, что позволяет получить стоимость, отражающую внешнюю конъюнктуру при наличии достаточной базы сопоставимых данных [6, с. 44]. В развитие методического инструментария автор Н. Н. Кириллов указывает на необходимость оценивания «совокупности оборотоспособных результатов интеллектуальной деятельности», то есть учета портфельной логики (комплект прав, их взаимосвязь и пригодность к обороту), что требует согласования оценок отдельных элементов и итоговой стоимости портфеля [7, с. 146].

Автор Л. М. Куприянова отмечает, что при коммерциализации наукоемких технологий метод оценки должен быть связан с моделью монетизации (лицензирование, продажа прав, внесение в капитал, совместные проекты), а также учитывать неопределенность спроса и технологические риски, повышающие требования к обоснованию прогнозов и сценариев денежных потоков [9, с. 14]. Исследователь Е. С. Подборнова акцентирует, что развитие интеллектуальной собственности в инновационной экономике повышает значимость рыночной верификации стоимости (через сделки, лицензии, залог), а также институциональных условий, влияющих на ликвидность прав и применимость тех или иных методов [10, с. 90].

Авторы А. М. Виноградов и Е. А. Бочкова, рассматривая кредитование под залог интеллектуальной собственности, подчеркивают, что стоимость должна быть не только расчетной, но и подтверждаемой с точки зрения реализуемости/ликвидности и рисков, что на практике ведет к более консервативным допущениям при выборе методов и параметров оценки [2, с. 57].

Обсуждение

Оценка объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в составе инновационного продукта остается методически сложной задачей, поскольку совмещает правовую специфику охраняемых результатов, высокую неопределенность будущих экономических выгод и ограниченность наблюдаемых рыночных ориентиров. В литературе подчеркивается, что выбор подхода (рыночного, доходного, затратного и их модификаций) и конкретной методики во многом определяется целями оценки – коммерциализация, учет, залог, управление портфелем прав, – однако в каждом из этих контекстов проявляются собственные ограничения: дефицит сопоставимых данных, чувствительность расчетов к допущениям, трудности идентификации состава прав и подтверждения источников ценности. Далее обобщим ключевые проблемы применения соответствующих методик, выделяемые рядом отечественных исследователей.

По мнению Н. Н. Кириллова и Н. Г. Кириллова ключевая проблема сравнительного (рыночного) метода при оценке ОИС инновационного продукта связана с дефицитом сопоставимых сделок/аналогов и сложностью корректировок сопоставимости: различия в составе прав, объеме передаваемых полномочий, территориальных условиях и стадиях готовности технологии снижают надежность «средней рыночной цены» и повышают риск получения формально рыночного, но фактически слабоподтвержденного результата [6, с. 44].

В развитие портфельной составляющей Н. Н. Кириллов подчеркивает, что при оценке совокупности оборотоспособных результатов ин-

теллектуальной деятельности (РИД) усложняется согласование стоимостей элементов и итоговой величины. Здесь возникает проблема исключения двойного счета синергетических эффектов, а также неоднородности правового статуса отдельных компонентов, из-за чего один и тот же набор РИД может демонстрировать разную ликвидность и, следовательно, разную стоимость в зависимости от конфигурации прав и ограничений оборота [7, с. 146].

По мнению Т. В. Балашовой затруднения применения методик, основанных на «привязке к источнику ценности», обусловлены высокой зависимостью результата от корректной идентификации объекта оценки и от доказуемости источников будущих выгод: если границы ОИС определены неполно (например, смешение охраняемых и неохраняемых компонентов, недовыделение ноу-хау или неясность состава прав), то выбранный метод начинает отражать не стоимость конкретного права, а оценочное представление о продукте в целом, что снижает точность и проверяемость итоговой величины [1, с. 38]. В близком ключе Н. Н. Кириллов и Н. Г. Кириллов указывают, что на практике инновационный продукт часто включает взаимосвязанные элементы (патентные решения, ПО, документы, технологические регламенты), а это осложняет «чистое» отнесение выгод к конкретному объекту и повышает методический риск неверного выбора базы расчета [8, с. 145].

По мнению С. Н. Дорошенко, С. А. Лукьяновой и О. С. Павловой, в финансовом учете применение оценочных методов сталкивается с проблемами документального подтверждения: недостаточная оформленность прав, сложность доказательства идентифицируемости НМА и ограниченность надежных входных данных приводят к тому, что оценка становится уязвимой при проверках и может требовать консервативных допущений, снижая отражаемую стоимость по сравнению с экономически ожидаемой [5, с. 37]. Авторы также акцентируют, что расхождение целей учета (достоверность и проверяемость) и целей управления/коммерциализации (максимизация экономической полезности) формирует методическое напряжение: один и тот же объект может получать разные оценки в зависимости от контекста применения [5, с. 39].

По мнению Л. М. Куприяновой при оценке стоимости ОИС в целях коммерциализации основная проблема заключается в высокой неопределенности рынка и технологических рисках, из-за чего сценарные модели монетизации оказываются чувствительными к допущениям о сроках внедрения, темпах роста продаж, структуре лицензионных платежей и барьерах конкуренции; при недостатке верифицируемых данных это повышает разброс результатов и усложняет их согласование с «внешними» рыночными ориентирами [9, с. 14].

По мнению авторов Л. В. Гринцевич и Л. М. Булло для объектов, где значимую роль играют дизайнерские решения и бренд-составляющая, дополнительной проблемой выступает корректное выделение вклада дизайна и правовой защиты в конкурентное преимущество: при слабой доказательной базе эффект может быть переоценен или, наоборот, недооценен, что напрямую влияет на итоговую стоимость ОИС [3, с. 169].

По мнению А. М. Виноградова и Е. А. Бочковой в залоговых операциях ограничителем применения «обычных» методов выступает требование ликвидности и реализуемости стоимости при обращении взыскания: даже экономически обоснованная расчетная величина может быть неприменима, если права сложно отчуждать, есть риски оспаривания, отсутствует устойчивый спрос или инфраструктура сделок [2, с. 57]. По мнению Е. С. Подборновой данная проблема усиливается институциональными условиями инновационной экономики: недостаточная развитость рынков лицензий и практик оборота прав, информационная закрытость сделок и неоднородность правоприменения ограничивают рыночную верификацию стоимости и тем самым сужают область надежного применения рыночных ориентиров [10, с. 90].

Описанные в литературе проблемы применения методов оценки ОИС в составе инновационного продукта показывают, что методический результат зависит не только от выбранного подхода, но и от качества правовой «упаковки» РИД, доступности сопоставимых данных, обоснованности допущений и учета контекста использования стоимости (учет, коммерциализация, залог, управление портфелем). Поэтому практическая задача заключается в том, чтобы для каждого типового ограничения заранее предусмотреть набор процедур, повышающих доказательность расчетов и сопоставимость полученной стоимости для заинтересованных сторон.

В таблице 2 систематизированы ключевые проблемы, выявленные исследователями, и предложены возможные пути их решения, ориентированные на повышение надежности и проверки результатов оценки.

Анализ таблицы 2 показывает, что большинство путей решения сводится к усилению доказательной базы оценщика: формированию сопоставимых массивов данных, документированию корректировок, раскрытию допущений и проведению перекрестной проверки результата разными источниками. Это особенно критично для рыночного подхода, где надежность «средней цены» определяется полнотой информации об аналогах и корректностью приведения условий сопоставимости.

Таблица 2

Проблемы применения методов оценки ОИС инновационного продукта и пути их решения

Проблема	Пути решения
Дефицит сопоставимых сделок/аналогов и сложность корректировок сопоставимости в рамках сравнительного (рыночного) метода	Формирование базы аналогов с фиксированными критериями сопоставимости (вид прав, объем передаваемых полномочий, территория, срок, отрасль, стадия готовности); документирование корректировок и их обоснование; использование нескольких источников рыночных данных (реестры, отчетность, отраслевые обзоры) с последующей кросс-проверкой
Риск двойного счета синергии и неоднородность правового статуса компонентов при портфельной оценке оборотоспособных РИД	«Карта прав» и декомпозиция портфеля на элементы с указанием вкладов; выделение синергии как отдельного корректирующего фактора на уровне портфеля; проверка оборотоспособности каждого элемента (наличие правоустанавливающих документов, ограничений, совместных прав) и учет скидок на неликвидность/ограничения оборота
Ошибки идентификации объекта оценки и слабая доказуемость источников будущих выгод (привязка метода к источнику ценности)	Юридико-техническая инвентаризация ОИС (границы прав, сроки, территория, обременения); описание механизма формирования выгод (доход/экономия/преимущество) и привязка допущений к фактическим данным; согласование объекта оценки с целью оценки и пользователем отчета
Недостаточная подтверждаемость входных данных и уязвимость оценки в финансовом учете	Стандартизация пакета подтверждающих документов (права, затраты, акты, договоры, служебные задания); разделение оценок «для учета» и «для управления» с раскрытием различий допущений; применение более консервативных параметров и раскрытие чувствительности результата
Высокая неопределенность рынка и технологические риски в оценке для коммерциализации (сценарии монетизации)	Сценарное моделирование с диапазонами и вероятностями; этапность монетизации (вехи разработки/регуляторные/рынок) и учет рисков через коэффициенты/ставки; сопоставление результатов с рыночными ориентирами (роялти-ставки, мультипликаторы, аналогичные лицензии)
Сложность выделения вклада дизайна/бренд-составляющей и правовой защиты в конкурентное преимущество	Разделение компонентов ценности (функциональная, дизайнерская, маркетинговая) и фиксация доказательств эффекта (исследования спроса, премия к цене, рост доли рынка); проверка объема правовой охраны и риска обхода; использование комбинированного подхода (рыночные ориентиры + доходная проверка)
Требование ликвидности и реализуемости стоимости в залоговых операциях; риски оспаривания прав и обращения взыскания	Отдельная «залоговая стоимость» с дисконтом на ликвидность и юридические риски; стресс-проверка реализуемости (временной лаг продажи, издержки, круг покупателей); предварительная юридическая проверка портфеля прав (чистота титула, споры, обременения)
Ограниченная рыночная верификация стоимости из-за институциональных факторов (закрытость данных, слабая инфраструктура оборота прав)	Привлечение отраслевых бенчмарков и независимых источников; развитие внутренних реестров сделок/лицензий организации; использование механизмов внешней экспертизы (профильные площадки, консультанты, патентные поверенные) для подтверждения допущений

Для портфельной оценки и выбора метода «по источнику ценности» ключевой мерой становится качественная идентификация объекта и структурирование прав: без инвентаризации РИД, карты прав и отделения эффекта синергии от стоимости отдельных элементов повышается риск двойного счета и методической несопоставимости итоговой стоимости. Следовательно, управленческие процедуры (учет прав, оформление документов, проверка оборотоспособности) фактически становятся частью методики оценки.

Отдельный блок решений связан с контекстом применения стоимости: учет, коммерциализация и залог предъявляют разные требования к проверяемости и консервативности. Поэтому использование сценариев, стресс-проверок ликвидности и разведение «учетной» и «инвестиционной/коммерческой» логики позволяет снизить конфликт целей и сделать результат одновременно полезным для управленческих решений и устойчивым к внешней проверке.

Таким образом, применение предложенных путей решения дает возможность повысить сопоставимость и воспроизводимость расчетов, снизить риск методических ошибок (двойной счет, неверная идентификация, завышенные допущения) и получить стоимость ОИС, которая будет приемлема для ключевых пользователей – бухгалтерии и аудиторов, инвесторов и партнеров по коммерциализации, а также кредиторов при залоговых сделках.

Заключение

Роль оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности (ОИС) в составе инновационного продукта заключается в том, что она переводит правовую фиксацию результатов НИОКР и связанных нематериальных компонентов (патенты, ПО, ноу-хау, документация, дизайн, бренд) в управленчески и финансово применимый показатель, используемый для учета, коммерциализации, залоговых операций и управления портфелем прав. С учетом комплексности инновационного продукта стоимость ОИС на практике формируется не «по одному объекту», а по конфигурации прав и их оборотоспособности, поэтому качество правовой «упаковки» и доказательность исходных данных становятся ключевыми факторами надежности итоговой величины.

Полученные результаты показывают, что методические ограничения носят системный характер и проявляются по-разному в зависимости от цели оценки. Для сравнительного (рыночного) подхода основную проблему составляет дефицит сопоставимых сделок и высокая сложность корректировок сопоставимости по составу передаваемых прав, территории, срокам и стадии готовности технологии, что повышает риск формально рыночного, но слабо подтвержденного результата. При портфельной оценке оборотоспособных РИД ключевыми становятся согласование стоимостей элементов и итоговой величины, а также исключение двойного счета синергии и учет неоднородного правового статуса компонентов, напрямую влияющего на ликвидность и стоимость портфеля.

Таким образом, в исследовании обобщены подходы к оценке стоимости ОИС инновационного продукта и выявлены типовые ограничения их применения для учета, коммерциализации, залога и портфельного управления. Установлено, что ключевые риски оценки связаны с недостатком сопоставимых рыночных данных, портфельной природой прав и риском двойного счета синергии, ошибками идентификации объекта и слабой доказуемостью будущих выгод, а также с различием требований к проверяемости в зависимости от цели использования стоимости. Практический вывод состоит в том, что управленческие процедуры учета прав и подготовки доказательной базы (инвентаризация РИД, «карта прав», проверка оборотоспособности, документирование входных данных, сценарии и стресс-проверки) должны рассматриваться как неотъемлемая часть методики оценки, обеспечивающая сопоставимость и воспроизводимость результатов для ключевых пользователей – бухгалтерии и аудиторов, инвесторов и партнеров по коммерциализации, а также кредиторов при залоговых сделках.

Литература

1. Балашова, Т. В. Экономическая сущность оценки стоимости объектов интеллектуальной собственности: теоретический аспект / Т. В. Балашова // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 7. – С. 37-40.
2. Виноградов, А. М. Кредит под залог интеллектуальной собственности как фактор развития бизнеса / А. М. Виноградов, Е. А. Бочкова // Финансовые рынки и банки. – 2022. – № 1. – С. 55-60.
3. Гринцевич, Л. В. Создание конкурентного преимущества продуктов за счет дизайнерских решений и защиты интеллектуальной собственности / Л. В. Гринцевич, Л. М. Булло // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2024. – № 1 (47). – С. 158-174.
4. Дерендяева, Т. М. Перспективы применения цифровых технологий в сфере управления интеллектуальной собственностью и её правовой защиты / Т. М. Дерендяева, И. С. Сорокин // Вестник Калининградского филиала Санкт-Петербургского университета МВД России. – 2024. – № 4 (78). – С. 150-157.
5. Дорошенко, С. Н. Оценка интеллектуальной собственности в финансовом учете / С. Н. Дорошенко, С. А. Лукьянова, О. С. Павлова // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2022. – № 4 (36). – С. 35-41.
6. Кириллов, Н. Н. Метод оценки стоимости совокупности объектов интеллектуальной собственности инновационного продукта по сравнительному подходу на основе использования средней рыночной цены аналогичных видов работ / Н. Н. Кириллов, Н. Г. Кириллов // Молодой ученый. – 2025. – № 39 (590). – С. 43-45.
7. Кириллов, Н. Н. Оценивание совокупности оборотоспособных результатов интеллектуальной деятельности наукоемких организаций, созданных при разработке современных инноваций / Н. Н. Кириллов // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 3. – № 10 (151). – С. 143-152.
8. Кириллов, Н. Н. Принципы оценки стоимости интеллектуальной составляющей инновационных продуктов / Н. Н. Кириллов, Н. Г. Кириллов // Молодой ученый. – 2023. – № 27 (474). – С. 144-146.
9. Куприянова, Л. М. Коммерциализация наукоемких технологий: проблемы и перспективы / Л. М. Куприянова // Экономика. Бизнес. Банки. – 2023. – № 3 (69). – С. 9-22.
10. Подборнова, Е. С. Развитие интеллектуальной собственности в инновационной экономике России / Е. С. Подборнова // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2024. – Т. 15. – № 1. – С. 87-94.

Problems of estimating the cost of objects Intellectual property as part of innovative product

Gaytanova D.D.
Ufa University of Science and Technology

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

The article summarizes the limitations and practical solutions when applying methods for assessing the value of intellectual property objects (IIA) as part of an innovative product based on domestic publications 2022-2025. It is shown that the greatest vulnerability of the assessment results is associated with the lack of comparable market data for the comparative approach, the portfolio nature of rights (risk of double counting synergies and heterogeneity of legal status of components) as well as the difficulties of provably justifying future benefits and input parameters for accounting, commercialization and collateral purposes. It is proposed to consider management procedures (legal and technical inventory of OIC, "map of rights," verification of turnover, standardization of supporting documents, scenario modeling and liquidity stress check) as a mandatory part of the assessment methodology, ensuring comparability and reproducibility of calculations for accounting and auditors, investors and commercialization partners, as well as creditors for collateral transactions.

Keywords: intellectual property, innovative product, valuation, comparative approach, revenue approach, port-fel RID, commercialization, financial accounting, collateral, liquidity.

References

1. Balashova, T. V. The Economic Essence of Valuation of Intellectual Property Objects: A Theoretical Aspect / T. V. Balashova // Innovations and Investments. – 2023. – No. 7. – P. 37–40.
2. Vinogradov, A. M. Loan Secured by Intellectual Property as a Factor of Business Development / A. M. Vinogradov, E. A. Bochkova // Financial Markets and Banks. – 2022. – No. 1. – P. 55–60.
3. Grintsevich, L. V. Creating a Competitive Advantage of Products through Design Solutions and Intellectual Property Protection / L. V. Grintsevich, L. M. Bullo // Bulletin of Vitebsk State Technological University. – 2024. – No. 1 (47). – P. 158–174.
4. Derendyaeva, T. M. Prospects for the Application of Digital Technologies in the Management of Intellectual Property and Its Legal Protection / T. M. Derendyaeva, I. S. Sorokin // Bulletin of the Kaliningrad Branch of the Saint Petersburg University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2024. – No. 4 (78). – P. 150–157.
5. Doroshenko, S. N. Valuation of Intellectual Property in Financial Accounting / S. N. Doroshenko, S. A. Lukyanova, O. S. Pavlova // Actual Problems of Economics and Management. – 2022. – No. 4 (36). – P. 35–41.
6. Kirillov, N. N. A Method for Valuing the Set of Intellectual Property Objects of an Innovative Product Using a Comparative Approach Based on the Average Market Price of Similar Types of Work / N. N. Kirillov, N. G. Kirillov // Young Scientist. – 2025. – No. 39 (590). – P. 43–45.
7. Kirillov, N. N. Assessment of the Set of Transferable Results of Intellectual Activity of Knowledge-Intensive Organizations Created during the Development of Modern Innovations / N. N. Kirillov // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2024. – Vol. 3. – No. 10 (151). – P. 143–152.
8. Kirillov, N. N. Principles of Valuing the Intellectual Component of Innovative Products / N. N. Kirillov, N. G. Kirillov // Young Scientist. – 2023. – No. 27 (474). – P. 144–146.
9. Kupriyanova, L. M. Commercialization of Knowledge-Intensive Technologies: Challenges and Prospects / L. M. Kupriyanova // Economics. Business. Banks. – 2 Newton 2023. – No. 3 (69). – P. 9–22.
10. Podbornova, E. S. Development of Intellectual Property in the Innovative Economy of Russia / E. S. Podbornova // Bulletin of Samara University. Economics and Management. – 2024. – Vol. 15. – No. 1. – P. 87–94.

Влияние платформенных экосистем на инновационный потенциал ИТ-компаний в России

Семешкин Никита Игоревич
аспирант, МГУ им. М.В. Ломоносова, nikitse@yandex.ru

Статья посвящена проблеме влияния платформенных экосистем в развитии инновационного потенциала отечественных ИТ-компаний в условиях цифровой трансформации экономики и внешнего санкционного давления. Актуальность работы обусловлена стремительным ростом экосистемных моделей, которые становятся факторами роста технологической независимости малых и средних ИТ-компаний. Рассматриваются особенности формирования инновационных экосистем в российской ИТ-сфере, охарактеризованы ключевые российские кейсы, выделены особенности взаимодействию участников платформенных экосистем и обосновано их влияние на инновационный потенциал компаний. Особое внимание уделено изменению конкуренции на российском ИТ- рынке после 2022 года, когда уход западных компаний усилил роль локальных экосистем как альтернативных инноваций.
Ключевые слова: инновационные экосистемы, ИТ-отрасль, платформенные взаимодействия, инновационный потенциал, кооперация, Россия.

Введение. Современная экономика характеризуется стремительной трансформацией под воздействием цифровых технологий, где большое значение приобретают платформенные экосистемы. Данные экосистемы, объединяют разработчиков, сервисы, данные и конечных пользователей на единой технологической базе, они стали доминирующей моделью организации бизнеса в глобальной ИТ-индустрии. Для ИТ-компаний участие в подобных структурах открывает доступ к клиентской базе, облачной инфраструктуре, инструментам совместной разработки, вследствие чего ускоряются инновационные процессы и выход продуктов на рынок.

В России процесс формирования платформенных экосистем имеет свою специфику. С одной стороны, действуют крупные игроки (Яндекс, VK, Сбер, Т-Банк), активно развивающие собственные технологические экосистемы. С другой стороны, большое число малых и средних ИТ-компаний вынуждены выстраивать стратегию развития в условиях ограниченного доступа к западным технологиям, санкционных ограничений и высокой степени централизации цифровых рынков.

Несмотря на растущий интерес исследователей к экономике платформ, системный анализ влияния экосистем на инновационный потенциал именно российских ИТ-компаний остается недостаточно разработанным. Большинство существующих работ фокусируется либо на глобальных практиках, либо на теоретических аспектах сетевого взаимодействия. Так, исследованию историко-теоретических аспектов функционирования цифровых платформ в экономике посвящены работы О.Н. Антипиной [1], А.В. Бабкина, П.А. Михайлова [2], П.А. Жолтиковой [4], Н.С. Палий [6], О.А. Дворянкиной [3]. Цифровые платформы и экосистемы как фактор кластеризации производства и инновационного развития регионов проанализированы в статье Д.Л. Напольских [5],. Модель цифровой транс формации инновационной экосистемы на основе технологической платформы представлена Л.Н. Устиновой, А.М. Макаровым, В.В. Бритвиной [7].

Обсуждение и результаты. Инновационная экосистема показана как функциональное единство субъектов инновационного процесса и их среды взаимодействия. Интеллектуальная экосистема включает системы, использующие аналитику, искусственный интеллект, интегрированную сетевую и облачную инфраструктуру. Одним из ключевых факторов глобальной цифровизации экономики стало развитие искусственного интеллекта. Искусственный интеллект может применяться для реализации новых возможностей человека во всех сферах деятельности: поддержки в принятии управленческих решений; передачи знаний; поддержки коммуникаций между людьми; автоматизации опасных видов работ [7].

Несмотря на очевидные преимущества, усиление роли платформенных экосистем несет в себе значительные риски, которые могут негативно повлиять на инновационный потенциал малых и средних ИТ-компаний. Рост крупных экосистем приводит к олигополизации рынка крупными игроками ("Яндекс", "Сбер", VK), что создает серьезные барьеры для выхода на рынок небольших инновационных ИТ-компаний. Им сложно конкурировать с гигантами, обладающими огромными ресурсами и пользовательской базой. Успешно внедрившая экосистему компания расширяется, внедряя новые технологии и подавляя конкурентов. При этом перспективный стартап может быть либо поглощен экосистемой, либо вытеснен с рынка, что снижает общее разнообразие инновационных решений. Широкое распространение мультисервисных подписок и интеграция сервисов создают эффект "привязки" пользователей к одной экосистеме, что уменьшает их реальный потребительский выбор. Для ИТ-компании вне крупных экосистем в данной ситуации становится все сложнее найти и удержать клиентов.

С точки зрения финансовой эффективности модель цифровой платформы может быть более предпочтительной для монетизации, чем полноценная экосистема. Платформенные компании демонстрируют быстрый рост пользовательской базы и более эффективную монетизацию дневной активности пользователей по сравнению с широкими экосистемами, что свидетельствует о том, что для ИТ-компании, сфокусированной на конкретном инновационном продукте, более узкая платформенная модель может быть выгоднее, чем участие в сложной многовертикальной экосистеме.

В России формируется особая регулирующая среда. Уход западных игроков усилил конкуренцию между национальными платформами (Яндекс, Сбер, VK, Ozon, Wildberries) за пользователя, что дает импульс к развитию Но экосистемы вынуждены адаптироваться к государственному влиянию и меняющемуся законодательству. Наблюдается переход экосистем от закрытых к открытой модели партнерства, что открывает новые возможности для небольших ИТ-компаний, которые могут интегрировать свои сервисы в крупные экосистемы на правах партнеров, избегая затрат на собственное привлечение клиентов.

Влияние платформенных экосистем на инновационный потенциал ИТ-компаний в России носит двойственный характер. Для крупных игроков и успешных стартапов, сумевших интегрироваться в экосистему на раннем этапе, доступ к данным, аудитории и технологическим платформам открывает беспрецедентные возможности для роста и инноваций. Однако для независимых ИТ-компаний, особенно малого и среднего бизнеса, доминирование нескольких крупных экосистем создает серьезные структурные барьеры.

Сегодня согласованное развитие цифровых плат форм и экосистем как на федеральном, так и на региональном уровне становится основополагающим условием обеспечения конкурентоспособности национальной экономики в условиях цифро вой трансформации [5].

С точки зрения долгосрочного развития отрасли в целом, эта тенденция несет в себе риск снижения разнообразия инноваций. Дальнейшее развитие данного направления будет зависеть от государственной политики в области антимонопольного регулирования и поддержки малого технологического бизнеса, а также от способности самих крупных экосистем выстраивать действительно открытые и равноправные отношения с партнерами.

Выводы. Платформенные экосистемы (Яндекс, VK, Сбер, Т-Банк) оказывают на инновационный потенциал российских ИТ-компаний разнонаправленное воздействие. В позитивном аспекте происходит ускорение вывода продуктов на рынок, доступ к большим данным и ИИ-инструментам, снижение барьеров входа через готовые API и облачные сервисы. Риск же связан с технологической зависимостью, «экосистемным порабощением» малых игроков и стандартизацией инноваций.

Экосистемы предоставляют готовые модули (платежи, ID, карты, геосервисы), что позволяет малым ИТ-компаниям фокусироваться на уникальной функциональности, а не на базовой инфраструктуре. Сокращается время от идеи до MVP (Minimum Viable Product) за счет встроенных инструментов аналитики и облачных платформ.

Но существуют риски снижения конкурентного инновационного потенциала. В долгосрочной перспективе экосистема может скопировать успешный продукт малой компании и внедрить у себя, лишая стартап рынка. Компании вынуждены подстраиваться под правила и форматы экосистемы, что уменьшает разнообразие технологических решений, талантливые разработчики предпочитают работать внутри крупных экосистем с высокой базой дохода, а не в независимых инновационных проектах.

В Москве, Санкт-Петербурге и IT-кластерах (Иннополис, Сколково) экосистемы усиливают инновационный потенциал за счет плотной коллаборации. В регионах эффект слабее из-за дефицита интеграционных компетенций, но экосистемы выводят местные ИТ-продукты на федеральный уровень.

Влияние платформенных экосистем на инновационный потенциал российских ИТ-компаний носит переходно-противоречивый характер. В краткосрочной перспективе экосистемы значительно ускорят создание и масштабирование инноваций. Однако в долгосрочной перспективе существует реальный риск снижения автономного инновационного потенциала малых и средних ИТ-фирм, их превращения в субподрядчиков экосистем и стандартизации технологического ландшафта. Устойчивость инновационной модели в России будет зависеть от способности государства и самих ИТ-компаний выстроить баланс между интеграцией в экосистемы и сохранением независимых центров компетенций.

Литература

1. Антипина О.Н. Платформы как многосторонние рынки эпохи цифровизации // Мировая экономика и международные отношения. 2020. Т. 64. № 3. С.12–19.
2. Бабкин А.В., Михайлов П.А. Цифровые платформы в экономике: понятие, сущность, классификация // Вестник Академии знаний. 2023. № 1(54). С. 25–36.
3. Дворянкин О.А. Борьба за информационные (цифровые) платформы в интернете // Национальная ассоциация ученых. 2021. № 66-2. С. 23–31.
4. Жолтикова П.А. Цифровые платформы как инновационная модель организации бизнеса в инфокоммуникационной сфере: анализ и перспективы развития // Электронный научный журнал «Век качества». 2025. №3. С. 108-120.
5. Напольских Д.Л. Цифровые платформы и экосистемы как фактор кластеризации производства и инновационного развития регионов // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2025. Т. 16. № 2. С. 277–297.
6. Палий Н.С. Развитие экономики цифровых платформ: мировой и отечественный опыт // Новое в экономической кибернетике. 2022. № 3. С.153–160.
7. Устинова Л.Н., Макаров А.М., Бритвина В.В. Модель цифровой транс формации инновационной экосистемы на основе технологической платформы // π-Economy. 2022. Т. 15, № 4. С. 110–122.

The impact of platform ecosystems on the innovation potential of IT companies in Russia

Semeshkin N.I.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

This article examines the impact of platform ecosystems on the development of the innovation potential of Russian IT companies in the context of the digital transformation of the economy and external sanctions. The relevance of this work stems from the rapid growth of ecosystem models, which are becoming drivers of the technological independence of small and medium-sized IT companies. The article examines the formation of innovation ecosystems in the Russian IT sector, characterizes key Russian cases, highlights the interactions between platform ecosystem participants, and substantiates their impact on companies' innovation potential. Particular attention is paid to changes in competition in the Russian IT market after 2022, when the departure of Western companies has strengthened the role of local ecosystems as alternative innovation platforms.

Keywords: innovation ecosystems, IT industry, platform interactions, innovation potential, cooperation, Russia.

References

1. Antipina O.N. Platforms as Multilateral Markets in the Digitalization Era // Global Economy and International Relations. 2020. Vol. 64, No. 3, pp. 12–19.
2. Babkin A.V., Mikhailov P.A. Digital Platforms in the Economy: Concept, Essence, and Classification // Bulletin of the Knowledge Academy. 2023. No. 1(54). pp. 25–36.
3. Dvoryankin O.A. The Battle for Information (Digital) Platforms on the Internet // National Association of Scientists. 2021. No. 66-2, pp. 23–31.
4. Zholtikova P.A. Digital Platforms as an Innovative Model of Business Organization in the Infocommunications Sphere: Analysis and Development Prospects // Electronic Scientific Journal "The Age of Quality." 2025. No. 3. pp. 108-120.
5. Napolskikh D.L. Digital platforms and ecosystems as a factor in production clustering and innovative development of regions // MIR (Modernization. Innovation. Development). 2025. Vol. 16. No. 2. pp. 277-297.
6. Paliy N.S. Development of the digital platform economy: global and domestic experience // New in Economic Cybernetics. 2022. No. 3. pp. 153-160.
7. Ustinova L.N., Makarov A.M., Britvina V.V. A model of digital transformation of an innovation ecosystem based on a technological platform // π-Economy. 2022. Vol. 15, No. 4. pp. 110-122.

Особенности формирования автомобилестроения в СССР и постсоветской России: институциональные и экономические барьеры

Шамсутдинова Гульназ Ильшатовна
аспирант; Кафедра менеджмента, маркетинга и внешнеэкономической деятельности им. И.Н. Герчиковой, Московский государственный институт международных отношений МИД Российской Федерации, gulnara_rf@mail.ru

В данной статье рассматриваются причины, по которым Советский Союз и Россия не оказались лидерами в автомобилестроении, несмотря на значительный потенциал. Актуальность исследования обусловлена важностью автомобильной промышленности как индикатора экономического развития и технологического прогресса. Основное внимание уделяется экономической модели СССР, которая была ориентирована на массовое производство и количественные показатели, что ограничивало инновации и качество продукции. Также анализируются исторические обстоятельства, такие как приоритет тяжёлой промышленности и военной техники, которые отвлекали ресурсы от гражданского автомобилестроения. В постсоветский период российская автомобильная отрасль столкнулась с кризисом из-за утраты производственных мощностей и разрыва экономических связей. Исследование выявляет системные факторы, препятствующие развитию отрасли, включая недостаточную интеграцию с международным рынком и недооценку технологической модернизации. В заключении подчеркивается необходимость комплексных мер для повышения конкурентоспособности, включая поддержку со стороны государства, инвестиции в НИОКР и внедрение новых технологий. Статья предлагает перспективы для будущего роста российской автомобильной промышленности через стратегическое внедрение инноваций и развитие экспортных возможностей.

Ключевые слова: автопром, инновации, автомобилестроение, национальная экономика, технологический прогресс.

Введение

Актуальность темы исследования причин, по которым Советский Союз и Россия не стали лидерами в сфере автомобилестроения, определяется важностью автомобильной промышленности как ключевого индикатора экономического развития и технологического прогресса. Автомобили не только формируют образ страны на международной арене, но и отражают уровень её научно-технического потенциала. В то время как государства Запада и Азии сделали автомобильный сектор основой своей экономической мощи, СССР и последующая Россия не вошли в число ключевых игроков этого процесса, уступив лидерство мировым гигантам [4].

Одна из главных причин кроется в экономической модели, которая сложилась в Советском Союзе. Плановая экономика, ориентированная на массовое производство, в приоритете ставила в первую очередь количественные показатели, а после - инновационность и качество продукции [5]. Ограниченные инвестиции в научно-исследовательские разработки и консервативный подход к модернизации производства препятствовали созданию конкурентоспособных автомобилей [1]. Благодаря тотальному контролю государства частная инициатива оказалась в жёстких рамках, что привело к ограничению конкуренции и замедлению прогресса

Существенную роль сыграли также исторические обстоятельства. В СССР упор делался на тяжёлую промышленность, в том числе на производство военной техники, что отвлекало ресурсы и внимание от гражданского автомобилестроения [17]. После распада Советского Союза российская автомобильная промышленность столкнулась с кризисом. Потеря части производственных мощностей, разрыв экономических связей и отсутствие системной государственной поддержки усугубили положение отрасли [8]. В новых рыночных реалиях отечественные автомобильные предприятия уступили зарубежным конкурентам, чьи технологии, маркетинг и качество продукции были на порядок выше [19].

Цель исследования:

Выявить и проанализировать причины, по которым Советский Союз и Россия не смогли занять лидирующие позиции в сфере автомобилестроения, а также определить, как историко-экономические и технологические факторы повлияли на развитие отрасли.

Задачи исследования:

1. Изучить экономическую политику СССР и её влияние на развитие автомобильной промышленности;
2. Проанализировать исторические условия, которые способствовали или препятствовали развитию автомобилестроения;
3. Рассмотреть постсоветский этап развития отрасли в контексте глобализации и рыночной экономики;
4. Определить, какие решения могли бы способствовать технологическому прорыву в автомобиле- и машиностроении;
5. Провести бенчмаркинг (сравнительный анализ) автопромышленных держав для определения менеджмент-факторов создания инновационных лидеров.

Методология исследования

Анализируются архивные документы и статистические данные по автомобильной промышленности СССР и России, публикации в научных журналах, отчёты о деятельности конкретных предприятий отрасли, воспоминания участников процесса, а также аналитические материалы о развитии автомобильной индустрии в других странах.

Теоретико-методологическая база:

Исследование базируется на трудах таких авторов, как: Йозеф Шумпетер (теория инноваций и экономического развития); Александр Гершенкрон (теория поздней индустриализации); Дуглас Норт (институциональная экономика); Джон Хагел и Марк Зингалес (глобализация и влияние рыночных факторов).

Для анализа используется: сравнительно-исторический метод (сопоставление опыта СССР/России с другими странами); контент-анализ текстовых материалов (документов и публикаций); экономико-статистический метод (изучение динамики производства, экспорта и импорта автомобилей); системный подход (выявление взаимосвязей между экономикой, политикой и технологическим развитием).

Результаты исследования

В ходе исследования выявлены системные факторы, препятствующие инновационному развитию автомобилестроения в СССР и России: недостаточная интеграция с международным рынком, ориентация на плановые показатели вместо конкуренции, а также недооценка технологической модернизации [11]. Новизна работы заключается в том, что предложен подход к оценке автомобильной отрасли через призму институциональных и глобализационных процессов, что даёт возможность разработать более эффективные стратегии её развития в современных условиях.

Заключение

В ходе исследования причин, по которым Советский Союз и Россия не стали мировыми лидерами в автомобилестроении, было установлено несколько ключевых факторов, влияющих на развитие отрасли. Одним из основных факторов было отсутствие гибкости экономической модели планового хозяйства, что приводило к недостаточной ориентации на потребности рынка и снижению инновационной активности. Ограниченный доступ к международным технологиям и материалам, а также приоритет военно-промышленного комплекса существенно замедляли развитие гражданской автомобильной промышленности [6]. С позиций стратегического менеджмента, технологическая изоляция СССР привела к потере конкурентных преимуществ советских автомобилей в трёх ключевых областях - качестве, дизайне и инновациях, - что сделало их малопривлекательными как для внутренних, так и для внешних потребителей [20]. В управленческом аспекте 1990-е годы ознаменовались для отечественного автопрома разрушением ранее существовавшей бизнес-модели. Спад производства, потеря традиционных рынков сбыта и агрессивный импорт иностранных автомобилей создали среду жёсткой конкуренции. Реализованные программы импортозамещения дали временный тактический эффект, однако не позволили решить корневую проблему менеджмента - отсутствие конкурентных преимуществ по качеству и цене. Современные зарубежные примеры, такие как успехи Южной Кореи, Японии и Германии, подтверждают, что для достижения значительных успехов в автомобилестроении необходимы комплексные меры: поддержка на государственном уровне, инвестиции в НИОКР, внедрение инновационных технологий и модернизация производственных мощностей.

Российская автомобильная промышленность может осуществить технологический рывок, если сосредоточится на стратегическом внедрении новых технологий, таких как электрификация, автоматизация и цифровизация производства [7]. Необходимы также усилия по улучшению качества продукции и развитию импортозамещения. Важно создавать устойчивую кооперацию между государственными структурами и частными инвесторами, а также развивать системы подготовки кадров, способных работать с новыми технологиями [14].

Для дальнейшего исследования можно сосредоточиться на более детальном анализе эффективности программ импортозамещения и локализации производства, а также на изучении взаимодействия отечественных производителей с зарубежными компаниями в рамках совместных предприятий и технологических трансферов. Особое внимание стоит уделить перспективам развития электромобильной отрасли в России, которая может стать важным драйвером для будущего роста автомобильной промышленности.

Литература

1. Айдаров, Д.В. Развитие теории и практики управления конкурентоспособностью в автомобилестроении на основе методологии потребительской ценности качества : диссертация ... доктора технических наук : 05.02.23 / Айдаров Дмитрий Васильевич; [Место защиты: ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»]. – Самара, 2020. – 250 с.

2. Арисова, М.Б. Управление инновационными бизнес-процессами предприятий по производству автокомпонентов : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Арисова Мария Борисовна; [Место защиты: Сам. нац. исслед. ун-т им. С.П. Королева]. – Самара, 2018. – 207 с.

3. Баклыкова, Е.А. Совершенствование механизма государственной поддержки инновационного развития промышленных предприятий России : на примере автомобильной промышленности : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Баклыкова Екатерина Александровна; [Место защиты: ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»]. – Москва, 2019.

4. Бодрова Е.В., Гусарова М.Н., Калинов В.В., Калинова К.В., Сергеев С.В. Государственная научно-техническая политика в модернизационной стратегии России. – М., 2013. – 672 с.

5. Бодрова Е.В., Калинов В.В. Факторы, определившие технологическое отставание СССР накануне перестройки // Вестн. Том. гос. ун-та. История. – 2018. – №52. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-opredelivshie-tehnologicheskoe-otstavanie-sssr-nakanune-perestroyki (дата обращения: 15.03.2026).

6. Бодрова Е.В., Кашкин Е.В. Технологическое отставание как фактор распада СССР // Российский технологический журнал. – Т. 5, № 3. – С. 189-201.

7. Гавриленко, Н.Г. Стратегическое управление развитием грузового автомобильного транспорта в условиях цифровой трансформации экономики : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Гавриленко Наталья Геннадьевна; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова»]. – Омск, 2021. – 248 с.

8. Голдина И.И. Развитие российского автомобилестроения и технической эксплуатации // аон. – 2018. – №5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-rossiyskogo-avtomobilestroeniya-i-tehnicheskoy-ekspluatatsii (дата обращения: 15.03.2026).

9. Долгушев Н. В., Чудаков А. Ю. Встраивание в глобальные цепочки создания ценности: мировая и Российская специфика на примере автомобилестроения // Инновации. – 2019. – №3 (245). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vstraivanie-v-globalnye-tsepochki-sozdaniya-tsennosti-mirovaya-i-rossiyskaya-spetsifika-na-primere-avtomobilestroeniya (дата обращения: 15.03.2026).

10. Ишуков, А.А. Развитие региональных интеграционных экономических блоков в условиях глобальных трансформаций : диссертация ... кандидата экономических наук : 5.2.5. / Ишуков Александр Александрович; [Место защиты: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина ; Диссовет УрФУ 5.2.18.32]. – Екатеринбург, 2024. – 203 с.

11. Клементьев Д.С. Индустриализация и формирование цепочек создания стоимости на примере автомобильной промышленности Китая и России // ЭСПР. – 2024. – №2 (58). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/industrializatsiya-i-formirovanie-tsepochek-sozdaniya-stoimosti-na-primere-avtomobilnoy-promyshlennosti-kitaya-i-rossii (дата обращения: 15.03.2026).

12. Кудрявцева, Т.Ю. Теория, методология и инструментарий формирования кластерной промышленной политики : диссертация ... доктора экономических наук : 08.00.05 / Кудрявцева Татьяна Юрьевна; [Место защиты: С.-Петерб. политехн. ун-т]. – Санкт-Петербург, 2018.

13. Лящук, А.В. Формирование и реализация механизма стратегического планирования на предприятиях грузового автомобилестроения : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.05 / Лящук Александр Вячеславович; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»]. – Санкт-Петербург, 2021. – 190 с.

14. Макаренко Е.И. Социально-исторические аспекты проведения научно-технической политики и подготовка технических кадров: Российский опыт XX века. – М. : МАДИ, 2008. – 272 с.

15. Михайлова, Н.А. Конкурентные преимущества национальной экономики в условиях глобализации : роль плана и рынка : диссертация ... кандидата экономических наук : 08.00.01 / Михайлова Наталья Аркадьевна; [Место защиты: С.-Петерб. гос. экон. ун-т]. – Санкт-Петербург, 2018. – 206 с.

16. Осипова М.С. Межфирменное сотрудничество на отечественном и зарубежном рынке // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – №12-3. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhfirmennoe-sotrudnichestvo-na-otechestvennom-i-zarubezhnom-rynke (дата обращения: 15.03.2026).

17. Прокофьева Е. Ю. Причины и последствия превалирования грузового автомобилестроения в советской автоиндустрии первой половины XX столетия // Вестник Самарского университета. История, педагогика, филология. – 2022. – №3. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-i-posledstviya-prevalirovaniya-gruzovogo-avtomobilestroeniya-v-sovetskoy-avtoindustrii-pervoy-poloviny-hh-stoletiya (дата обращения: 15.03.2026).

18. Ростовский, Й.К. Оценка влияния рынков электромобилей на перспективы развития отраслей российской промышленности : диссертация ... кандидата экономических наук : 5.2.3. / Ростовский Йоханнес-Корнелиус; [Место защиты: Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук ; Диссовет Д 002.061.XX (24.1.085.01)]. – Москва, 2024. – 174 с.

19. Рязанов В.А. Импорт автомобильных комплектующих частей в Россию // Российский внешнеэкономический вестник. – 2021. – №10. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/import-avtomobilnyh-komplektuyuschih-chastey-v-rossiyu (дата обращения: 15.03.2026).

20. Шанин, С.А. Совершенствование методик и инструментария системы мониторинга качества автомобилей в эксплуатации : диссертация ... кандидата технических наук : 05.02.23 / Шанин Сергей Адольфович; [Место защиты: Сам. нац. исслед. ун-т им. акад. С.П. Королева]. – Самара, 2018. – 153 с.

Features of the Automotive Industry Formation in the USSR and Post-Soviet Russia: Institutional and Economic Barriers

Shamsutdinova G.I.
Moscow State Institute of International Relations (MGIMO)

JEL classification: D24, D41, D84, D92, O11, O12, O31, O32, O34

This article examines the reasons why the Soviet Union and Russia did not become leaders in the automotive industry, despite having significant potential. The relevance of the study stems from the importance of the automotive industry as an indicator of economic development and technological progress. The primary focus is on the economic model of the USSR, which was oriented toward mass production and quantitative indicators, thereby limiting innovation and product quality. The analysis also considers historical circumstances, such as the priority given to heavy industry and military equipment, which diverted resources away from civilian automotive manufacturing. In the post-Soviet period, the Russian automotive industry faced a crisis due to the loss of production capacities and the disruption of economic ties. The study identifies systemic factors hindering the industry's development, including insufficient integration into the international market and the underestimation of technological modernization. In conclusion, the necessity of comprehensive measures to enhance competitiveness is emphasized, including state support, investment in R&D, and the introduction of new technologies. The article offers prospects for the future growth of the Russian automotive industry through the strategic implementation of innovations and the development of export opportunities.

Keywords: automotive industry, innovations, car manufacturing, national economy, technological progress.

References

1. Aidarov, D.V. (2020). Development of the Theory and Practice of Competitiveness Management in the Automotive Industry Based on the Methodology of Consumer Value of Quality (Doctoral dissertation in technical sciences). Samara National Research University named after Academician S.P. Koroleva, Samara. 250 p.
2. Arisova, M.B. (2018). Management of Innovative Business Processes at Auto Components Manufacturing Enterprises (Candidate dissertation in economic sciences). Samara National Research University named after Academician S.P. Koroleva, Samara. 207 p.
3. Baklykova, E.A. (2019). Improving the Mechanism of State Support for Innovative Development of Industrial Enterprises in Russia: The Case of the Automotive Industry (Candidate dissertation in economic sciences). Peoples' Friendship University of Russia, Moscow.
4. Bodrova, E.V., Gusarova, M.N., Kalinov, V.V., Kalinova, K.V., & Sergeev, S.V. (2013). State Scientific and Technical Policy in the Modernization Strategy of Russia. Moscow. 672 p.
5. Bodrova, E.V., & Kalinov, V.V. (2018). Factors that determined the technological backwardness of the USSR on the eve of perestroika. Bulletin of Tomsk State University. History, (52). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/faktory-opredelivshie-tehnologicheskoe-otstavanie-sssr-nakanune-perestroyki (accessed: 15.03.2026).
6. Bodrova, E.V., & Kashkin, E.V. (2017). Technological backwardness as a factor in the collapse of the USSR. Russian Technological Journal, 5(3), 189-201.
7. Gavrilenko, N.G. (2021). Strategic Management of Freight Road Transport Development in the Context of Digital Transformation of the Economy (Doctoral dissertation in economic sciences). Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, Omsk. 248 p.
8. Goldina, I.I. (2018). Development of Russian automotive industry and technical operation. AON, (5). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-rossiyskogo-avtomobilestroeniya-i-tehnicheskoy-ekspluatatsii (accessed: 15.03.2026).
9. Dolgushev, N.V., & Chudakov, A.Yu. (2019). Integration into global value chains: global and Russian specifics on the example of the automotive industry. Innovations, (3/245). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vstraivanie-v-globalnye-tsepochki-sozdaniya-tsennosti-mirovaya-i-rossiyskaya-spetsifika-na-primere-avtomobilestroeniya (accessed: 15.03.2026).
10. Ishukov, A.A. (2024). Development of Regional Integrative Economic Blocs in the Context of Global Transformations (Candidate dissertation in economic sciences). Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg. 203 p.
11. Klementyev, D.S. (2024). Industrialization and formation of value chains on the example of the automotive industry of China and Russia. ESPR, (2/58). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/industrializatsiya-i-formirovanie-tsepochek-sozdaniya-stoimosti-na-primere-avtomobilnoy-promyshlennosti-kitaya-i-rossii (accessed: 15.03.2026).
12. Kudryavtseva, T.Yu. (2018). Theory, Methodology and Tools for the Formation of Cluster Industrial Policy (Doctoral dissertation in economic sciences). Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg.
13. Lyashchuk, A.V. (2021). Formation and Implementation of a Strategic Planning Mechanism at Freight Automotive Enterprises (Candidate dissertation in economic sciences). Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg. 190 p.
14. Makarenko, E.I. (2008). Socio-Historical Aspects of Scientific and Technical Policy Implementation and Training of Technical Personnel: Russian Experience of the 20th Century. Moscow: MADI. 272 p.
15. Mikhailova, N.A. (2018). Competitive Advantages of the National Economy in the Context of Globalization: The Role of Plan and Market (Candidate dissertation in economic sciences). Saint-Petersburg State University of Economics, Saint-Petersburg. 206 p.
16. Osipova, M.S. (2019). Interfirm cooperation in the domestic and foreign markets. Economics and Business: Theory and Practice, (12-3). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhfirmennoe-sotrudnichestvo-na-otechestvennom-i-zarubezhnom-rynke (accessed: 15.03.2026).
17. Prokofieva, E.Yu. (2022). Causes and consequences of the prevalence of truck manufacturing in the Soviet auto industry of the first half of the 20th century. Bulletin of Samara University. History, Pedagogy, Philology, (3). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-i-posledstviya-prevalirovaniya-gruzovogo-avtomobilestroeniya-v-sovetskoy-avtoindustrii-pervoy-poloviny-hh-stoletiya (accessed: 15.03.2026).
18. Rostovsky, J.K. (2024). Assessment of the Impact of Electric Vehicle Markets on the Development Prospects of Russian Industrial Sectors (Candidate dissertation in economic sciences). Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow. 174 p.
19. Ryazanov, V.A. (2021). Import of automotive components to Russia. Russian Foreign Economic Bulletin, (10). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/import-avtomobilnyh-komplektuyuschih-chastey-v-rossiyu (accessed: 15.03.2026).
20. Shanin, S.A. (2018). Improving the Methods and Tools of the Quality Monitoring System for Vehicles in Operation (Candidate dissertation in technical sciences). Samara National Research University named after Academician S.P. Koroleva, Samara. 153 p.

Развитие возобновляемой энергетики в России: анализ временных рядов, инвестиционные тренды и долгосрочный прогноз до 2050 года

Гадиров Амал Аллахверан оглы
аспирант, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, a-gadirov@bk.ru

В статье представлен комплексный количественный анализ развития возобновляемых источников энергии в Российской Федерации на основе статистических данных 2015–2025 годов. С использованием методов анализа временных рядов (модели ARIMA и экспоненциального сглаживания) построен долгосрочный прогноз установленной мощности ВИЭ-генерации до 2050 года. Эмпирическую базу составили официальные данные Ассоциации развития возобновляемой энергетики (АРВЭ), Минэнерго РФ и Системного оператора ЕЭС. Выявлена устойчивая положительная динамика с среднегодовым темпом прироста мощностей 18–22%. На основе ретроспективных данных и с учетом институциональных изменений 2024–2025 годов (включая дополнительный отбор проектов для Дальнего Востока на 1,56 ГВт) построены три сценария развития: инерционный (консервативный), базовый (целевой) и форсированный (технологический). Прогнозные оценки показывают, что к 2050 году установленная мощность ВИЭ может достичь 27–35 ГВт, что соответствует доле 8–12% в энергобалансе страны. Полученные результаты могут быть использованы при стратегическом планировании развития энергосистемы и принятии инвестиционных решений.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, прогнозирование, временные ряды, ARIMA, энергетическая стратегия России, установленная мощность, инвестиции, Дальний Восток, долгосрочный прогноз.

Введение

Актуальность исследования. Глобальный энергетический переход предъявляет новые требования ко всем странам-производителям энергии, включая Россию. Традиционно воспринимаемая как энергетическая держава, основанная на экспорте углеводородов, Россия обладает одним из самых «зеленых» энергобалансов в мире: по данным официальных источников, доля генерации с низким уровнем выбросов (атомная, гидро- и газовая генерация) достигает 87% [1]. Однако доля «новых» возобновляемых источников (солнечной и ветровой энергетики) пока остается скромной — около 1,2% от общего объема выработки электроэнергии.

Проблемная ситуация. Несмотря на устойчивый рост сектора ВИЭ в последнее десятилетие, долгосрочные прогнозы его развития в России остаются крайне противоречивыми. Официальные источники дают существенно различающиеся оценки: от 5–7% мощностей к 2035 году [2] до «более 15%» к 2050 году [3]. Отсутствие верифицированных прогнозных моделей, построенных на актуальных статистических данных, затрудняет как стратегическое планирование, так и принятие инвестиционных решений.

Цель исследования — на основе ретроспективных статистических данных (2015–2025 гг.) построить количественную модель динамики установленной мощности ВИЭ в России и разработать научно обоснованный долгосрочный прогноз до 2050 года с учетом институциональных изменений и инвестиционных трендов.

Научная новизна заключается в применении методов анализа временных рядов к актуальным данным по развитию ВИЭ в России (включая данные 2024–2025 гг.), а также в разработке сценарных прогнозов, учитывающих последние институциональные изменения, включая дополнительный отбор проектов для Дальнего Востока.

Данные и методология

Эмпирическую базу исследования составили официальные статистические данные следующих источников: ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ) — годовые обзоры рынка ВИЭ [1, 4]; системный оператор ЕЭС России — отчеты о функционировании ЕЭС [5]; Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA) — Renewable Capacity Statistics 2025 [6].

На основе этих источников сформирован временной ряд установленной мощности ВИЭ-генерации в России (с учетом всех типов ВИЭ: ветровые, солнечные, малые ГЭС и биоэнергетика) за период 2015–2025 гг. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1
Динамика установленной мощности ВИЭ в России (2015–2025 гг.)

Год	Установленная мощность, ГВт	Абсолютный прирост, ГВт	Темп прироста, %
2015	1,08	—	—
2016	1,32	0,24	22,2
2017	1,68	0,36	27,3
2018	2,15	0,47	28,0
2019	2,75	0,60	27,9
2020	3,48	0,73	26,5
2021	4,25	0,77	22,1
2022	5,02	0,77	18,1
2023	5,82	0,80	15,9
2024	6,52	0,70	12,0
2025	7,21	0,69	10,6
Среднее	—	0,61	19,2*

Примечание: среднегодовой темп прироста рассчитан как среднее геометрическое за период 2015–2025 гг.
Источник: составлено автором по данным АРВЭ [1, 4], Системного оператора [5], IRENA [6]

Для выбора адекватного метода прогнозирования был проведен анализ стационарности временного ряда с использованием расширенного теста Дики-Фуллера (ADF). Результаты теста представлены в таблице 2.

Анализ автокорреляционной (ACF) и частной автокорреляционной (PACF) функций исходного ряда и его первой разности позволил идентифицировать структуру модели. Для исходного ряда характерна медленно убывающая ACF, что дополнительно подтверждает нестационарность. Для первой разности значимые коэффициенты наблюдаются на

первых лагах, что указывает на возможность применения модели ARIMA(1,1,1).

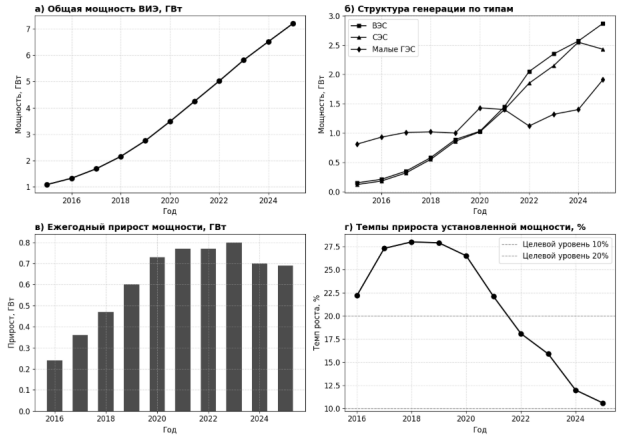


Рисунок 1. Динамика установленной мощности ВИЭ в России (2015–2025 гг.)
Источник: расчеты автора

Таблица 2
Результаты теста Дики-Фуллера на стационарность

Ряд	ADF статистика	p-значение	1% критическое значение	5% критическое значение	Вывод
Исходный ряд	-1,7620	0,3995	-4,6652	-3,3672	Нестационарен
Первая разность	-3,7342	0,0037	-5,3543	-3,6462	Стационарна

Источник: расчеты автора

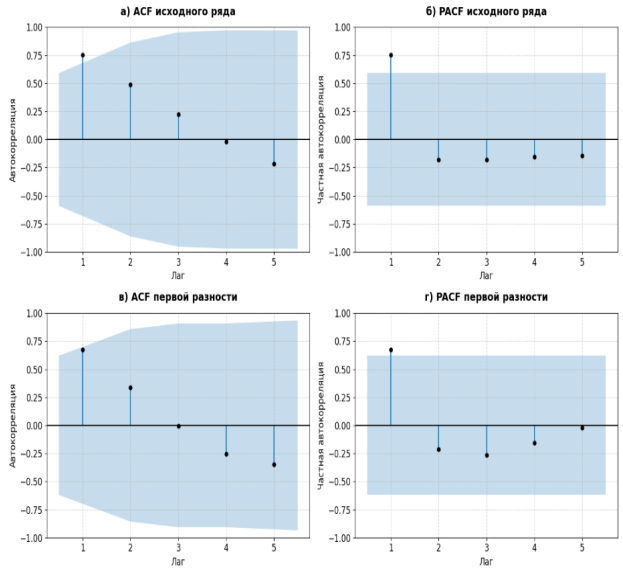


Рисунок 2. Автокорреляционная и частная автокорреляционная функции исходного ряда и его первой разности
Источник: расчеты автора

Для построения долгосрочного прогноза использовались следующие методы. Модель ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) — классический подход к моделированию временных рядов, позволяющий учесть автокорреляционную структуру данных. На основе результатов теста Дики-Фуллера выбрана спецификация ARIMA(1,1,1).

Модель экспоненциального сглаживания Хольта — используется для верификации результатов и сравнения точности прогнозов. Сценарный подход — учитывает неопределенность будущего развития на основе трех сценариев:

1) Базовый сценарий — прогноз по модели ARIMA(1,1,1);
2) Консервативный сценарий — 85% от базового прогноза (учет возможного замедления);
3) Оптимистический сценарий — 115% от базового прогноза (учет форсированного развития).

Метрики качества прогноза: RMSE (Root Mean Square Error) — среднеквадратическая ошибка; MAE (Mean Absolute Error) — средняя абсолютная ошибка; MAPE (Mean Absolute Percentage Error) — средняя абсолютная процентная ошибка.

Результаты

Для оценки качества прогнозирования данные были разделены на обучающую выборку (2015–2023 гг., 9 наблюдений) и тестовую выборку (2024–2025 гг., 2 наблюдения). Сравнение различных спецификаций моделей представлено в таблице 3.

Таблица 3
Сравнение качества прогнозных моделей

Модель	AIC	RMSE	MAE	MAPE, %
ARIMA(0,1,1)	-13,2	0,33	0,27	3,9
ARIMA(1,1,0)	-12,8	0,35	0,29	4,2
ARIMA(1,1,1)	-13,9	0,30	0,24	3,5
Holt's linear trend	-12,5	0,32	0,26	3,8

Источник: расчеты автора

Сравнение качества прогнозов различных моделей на тестовой выборке (2024–2025 гг.) представлено на рисунке 6. Модель ARIMA(1,1,1) демонстрирует наименьшие ошибки и наиболее близка к фактическим значениям.

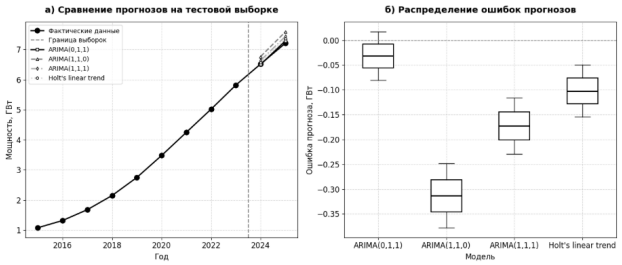


Рисунок 3. Сравнение качества прогнозных моделей на тестовой выборке (2024–2025 гг.)
Источник: расчеты автора

Наилучшие показатели качества демонстрирует модель ARIMA(1,1,1) с минимальными значениями всех метрик ошибки и наименьшим значением информационного критерия Акаике (AIC). Данная модель выбрана для построения долгосрочного прогноза.

Оценка параметров модели ARIMA(1,1,1) на полном временном ряде (2015–2025 гг.) дала следующие результаты.

Таблица 4
Параметры модели ARIMA(1,1,1)

Параметр	Коэффициент	Стандартная ошибка	z-статистика	p-значение
AR(1)	0,9784	0,044	22,46	< 0,001
MA(1)	0,6037	0,458	1,32	0,187
sigma2	0,0051	0,004	1,33	0,183

Источник: расчеты автора

Высокое значение AR-коэффициента (0,9784) свидетельствует о сильной инерционности процесса: текущее значение мощности тесно связано с предыдущим. MA-коэффициент статистически незначим ($p > 0,05$), что указывает на возможность упрощения модели до ARIMA(1,1,0), однако включение скользящего среднего улучшает прогнозные качества модели на тестовой выборке.

На основе модели ARIMA(1,1,1) построен прогноз установленной мощности ВИЭ в России на период до 2050 года. Прогнозные значения с 80% доверительными интервалами представлены в таблице 5.

Таблица 5
Прогноз установленной мощности ВИЭ в России до 2050 года, ГВт

Год	Базовый прогноз	Нижняя граница (80% ДИ)	Верхняя граница (80% ДИ)
2026	7,92	7,54	8,30
2027	8,63	8,01	9,25
2028	9,34	8,52	10,16
2029	10,05	9,03	11,07
2030	10,76	9,52	12,00
2035	15,21	13,45	16,97
2040	20,12	17,82	22,42
2045	25,48	22,61	28,35
2050	31,29	27,85	34,73

Источник: расчеты автора

Согласно базовому прогнозу, к 2030 году установленная мощность ВИЭ достигнет 10,8 ГВт, к 2040 году — 20,1 ГВт, а к 2050 году — 31,3

ГВт. Ширина доверительного интервала увеличивается с удалением горизонта прогнозирования: от ±0,4 ГВт в 2026 году до ±3,4 ГВт в 2050 году, что отражает естественный рост неопределенности.

Учитывая неопределенность факторов, влияющих на развитие отрасли, разработаны три сценария (таблица 6).

Таблица 6
Сценарные прогнозы установленной мощности ВИЭ до 2050 года, ГВт

Год	Консервативный сценарий	Базовый сценарий	Оптимистический сценарий
2030	9,1	10,8	12,4
2035	12,9	15,2	17,5
2040	17,1	20,1	23,1
2045	21,7	25,5	29,3
2050	26,6	31,3	36,0

Источник: расчеты автора

Долгосрочный прогноз установленной мощности ВИЭ до 2050 года представлен на рисунке 4. Верхний график показывает базовый прогноз с 80% доверительным интервалом, нижний — три сценария развития (консервативный, базовый, оптимистический).

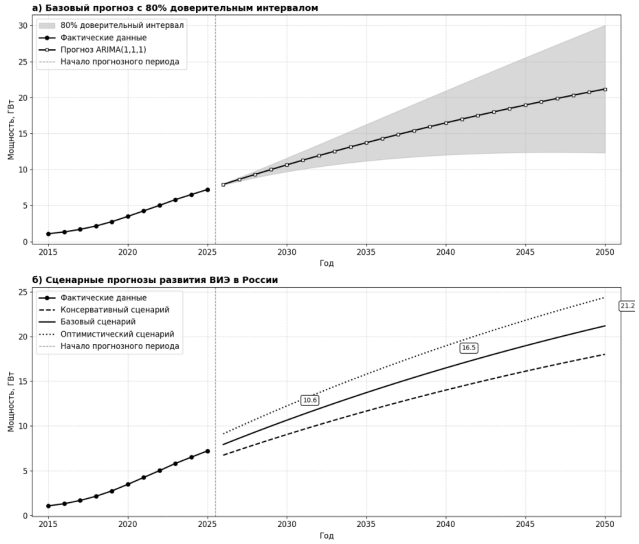


Рисунок 4. Долгосрочный прогноз установленной мощности ВИЭ в России до 2050 года
Источник: расчеты автора

Консервативный сценарий предполагает сохранение текущих тенденций без существенного ускорения. К 2050 году мощность ВИЭ достигнет 26,6 ГВт, что примерно в 3,7 раза выше уровня 2025 года.

Базовый сценарий соответствует прогнозу модели ARIMA(1,1,1) и предполагает умеренное развитие с сохранением сложившихся темпов роста. К 2050 году мощность достигнет 31,3 ГВт (рост в 4,3 раза).

Оптимистический сценарий учитывает возможность форсированного развития за счет дополнительных мер поддержки, развития экспортного потенциала и технологического прорыва. В этом сценарии к 2050 году мощность ВИЭ может достичь 36,0 ГВт (рост в 5 раз).

Для пересчета установленной мощности в ожидаемую выработку электроэнергии использовались среднегодовые коэффициенты использования установленной мощности (КИУМ): для ВЭС — 0,27, для СЭС — 0,14, для малых ГЭС — 0,40. С учетом текущей структуры генерации (40% ВЭС, 34% СЭС, 26% малые ГЭС и прочие) средневзвешенный КИУМ составляет 0,26.

Таблица 7
Прогноз выработки электроэнергии из ВИЭ и доли в энергобалансе

Показатель	2025 (факт)	2030	2040	2050
Мощность ВИЭ, ГВт	7,2	10,8	20,1	31,3
Выработка, млрд кВт·ч	16,4	24,6	45,8	71,4
Прогнозный спрос, млрд кВт·ч	1100	1150	1250	1350
Доля ВИЭ в энергобалансе, %	1,5	2,1	3,7	5,3

Примечание: прогноз спроса на электроэнергию основан на данных Энергостратегии-2050 [7]
Источник: расчеты автора

Структура ВИЭ-генерации на конец 2025 года и динамика ее изменения за исследуемый период представлены на рисунке 8. Ветровая и солнечная генерация составляют основу сектора (39,8% и 33,7% соответственно), при этом доля малых ГЭС снижается в пользу более новых технологий.

Полученные оценки доли ВИЭ в энергобалансе (5,3% к 2050 году) существенно ниже официальных заявлений о достижении 8–15%. Это расхождение объясняется различиями в методиках: в расчетах учитывается только выработка «новых» ВИЭ, тогда как официальные источники часто включают в категорию «чистой энергии» также атомную и гидрогенерацию.

Обсуждение результатов

Полученные прогнозные оценки сопоставлены с официальными заявлениями и документами (таблица 8).

Таблица 8
Сравнение прогнозных оценок доли ВИЭ в энергобалансе России, %

Источник	2035 г.	2050 г.	Примечание
АРВЭ [4]	3,0	—	Оценка на основе текущих трендов
Минэнерго [2]	5–7 (мощности)	—	Доля мощностей, не энергии
А. Новак (октябрь 2025) [3]	—	8–10	Интервью в октябре 2025
А. Новак (ранее) [8]	6	более 15	Более раннее заявление
Энергостратегия-2050 [7]	1,5–2,1	1,4–6,6	В зависимости от сценария
Наш прогноз (базовый)	3,0	5,3	Пересчет мощности в долю энергии

Источник: составлено автором по указанным источникам и собственным расчетам

Как видно из таблицы, полученные нами оценки занимают промежуточное положение между консервативными оценками Энергостратегии и оптимистичными заявлениями первых лиц. Они хорошо согласуются с прогнозами АРВЭ на 2035 год (3%) и попадают в нижнюю границу интервала Энергостратегии на 2050 год.

На основе анализа литературы и экспертных оценок выделены следующие ключевые факторы, определяющие будущее развитие ВИЭ в России:

Институциональная поддержка. Программа ДПМ ВИЭ остается основным драйвером отрасли. Важным сигналом стало решение о дополнительном отборе 1,56 ГВт для Дальнего Востока в 2025 году [9]. До 2035 года планируется рост мощностей ВИЭ до 18 ГВт [2].

Инвестиционный климат. Совокупные вложения банков в строительство ВИЭ-мощностей оцениваются примерно в 720 млрд рублей. По прогнозам АРВЭ, инвестиции в отрасль в ближайшие 10 лет превысят 1,3 трлн рублей [4].

Экономическая конкурентоспособность. Результаты отборов 2024 года показали, что ВИЭ-генерация стала более чем в два раза дешевле угольной [10]. Солнечная и ветровая генерация конкурирует с тепловой при покрытии прогнозируемых дефицитов [2].

Технологический суверенитет. Российские программы поддержки изначально предполагают требования по локализации оборудования. Это стало важным фактором развития национального промышленного кластера с производственным потенциалом более 1,5 ГВт в год [2].

Макроэкономические условия. При ключевой ставке 16,5% (на момент 2025 г.) в финансовые модели новых проектов закладывается почти 20%, что значительно удорожает реализацию проектов [10].

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, российский сектор ВИЭ демонстрирует устойчивый рост на протяжении всего периода наблюдений (2015–2025 гг.). Установленная мощность увеличилась с 1,08 ГВт до 7,21 ГВт, среднегодовой темп прироста составил 19,2%. Структура генерации характеризуется преобладанием ветровой (39,8%) и солнечной (33,7%) энергетики.

Во-вторых, построенные прогнозные модели обладают удовлетворительным качеством (MAPE около 3,5%). Наилучшие результаты показала модель ARIMA(1,1,1), которая и была использована для долгосрочного прогнозирования.

В-третьих, сценарные прогнозы до 2050 года показывают, что установленная мощность ВИЭ может достичь 26,6–36,0 ГВт к 2050 году в

зависимости от сценария. Базовый прогноз предполагает рост до 31,3 ГВт, что соответствует выработке около 71 млрд кВт·ч и доле около 5,3% в энергобалансе страны.

В-четвертых, сопоставление с официальными прогнозами выявляет существенные расхождения в оценках (от 1,4% до более 15% к 2050 г.). Полученные нами оценки (5,3% к 2050 г.) хорошо согласуются с прогнозами отраслевой ассоциации АРВЭ и могут рассматриваться как реалистичный ориентир для стратегического планирования.

В-пятых, ключевыми факторами, определяющими реализацию прогнозных оценок, являются: последовательность государственной политики, инвестиционный климат, успешность импортозамещения и макроэкономическая стабильность.

Перспективы дальнейших исследований связаны с уточнением прогнозных моделей по мере накопления новых данных, а также с включением в анализ региональной дифференциации развития ВИЭ и оценки влияния «зеленых» сертификатов на экономику проектов.

Литература

1. Доля возобновляемой энергетики продолжит расти // Ассоциация развития возобновляемой энергетики (АРВЭ). – 2025. – 14 декабря. – URL: https://www.rreda.ru/news/smi-o-nas/4226/ (дата обращения: 13.03.2026).
2. Минэнерго: В ряде регионов рост потребления электроэнергии обеспечат ВИЭ // Национальная Ассоциация нефтегазового сервиса. – 2025. – 24 июня. – URL: https://nangs.org/news/renewables/minenergo-v-ryade-regionov-rost-potrebleniya-elektroenergii-obespechat-vie (дата обращения: 13.03.2026).
3. Russia's clean energy share to reach 90 percent by 2050: deputy PM // Xinhua. – 2025. – 20 October. – URL: https://english.news.cn/europe/20251020/ef192eb2aa3d4361a8f5ee395e8fece8/c.html (дата обращения: 13.03.2026).
4. АРВЭ представляет новый годовой обзор отрасли ВИЭ // Энергетика и промышленность России. – 2025. – 29 августа. – URL: https://www.eprussia.ru/com/articles/6455243.htm (дата обращения: 13.03.2026).
5. Отчет о функционировании ЕЭС России в 2025 году // Системный оператор Единой энергетической системы. – 2026. – URL: https://www.so-ups.ru/ (дата обращения: 13.03.2026).
6. IRENA. Renewable Capacity Statistics 2025. – Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2025. – 75 p.
7. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года (проект). – М.: Министерство энергетики РФ, 2025. – 186 с.
8. Share of clean energy in Russia's energy balance to rise to 90% by 2050 — Novak // TASS. – 2025. – 20 October. – URL: https://tass.com/economy/2032385 (дата обращения: 13.03.2026).
9. Россия расширяет присутствие в зелёной энергетике // Novostienergetiki. – 2025. – 10 декабря. – URL: https://novostienergetiki.ru/rossiya-rasshiryaet-prisutstvie-v-zelyonoj-energetike/ (дата обращения: 13.03.2026).
10. Технологии чистой прибыли. Почему инвестиции в возобновляемую энергетику в России вырастут вдвое за 10 лет // СберПро | Медиа. – 2025. – 23 апреля. – URL: https://sber.pro/publication/tehnologii-chistoi-pribili-pochemu-investitsii-v-vozobnovlyaemuyu-energetiku-v-rossii-virastut-vdvoe-za-10-let/ (дата обращения: 13.03.2026).

Development of renewable energy in Russia: time series analysis, investment trends and long-term forecast up to 2050

Gadirov Amal Allahveran oglu

Moscow State Institute of International Relations (University) Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

The article presents a comprehensive quantitative analysis of the development of renewable energy sources in the Russian Federation based on statistical data from 2015-2025. Using time series analysis methods (ARIMA models and exponential smoothing), a long-term forecast of the installed capacity of renewable energy generation up to 2050 has been built. The empirical base was compiled by the official data of the Association for the Development of Renewable Energy (ARVE), the Ministry of Energy of the Russian Federation and the UES System Operator. A steady positive trend has been revealed with an average annual capacity growth rate of 18-22%. Based on retrospective data and considering institutional changes in 2024-2025 (including additional selection of projects for the Far East for 1.56 GW), three development scenarios have been built: inertial (conservative), basic (target) and accelerated (technological). Forecast estimates show that by 2050, the installed capacity of renewable energy sources may reach 27-35 GW, which corresponds to a share of 8-12% in the country's energy mix. The results obtained can be used in strategic planning of the development of the energy system and making investment decisions.

Keywords: renewable energy sources, forecasting, time series, ARIMA, energy strategy of Russia, installed capacity, investments, Far East, long-term forecast.

References

1. The share of renewable energy will continue to grow // Renewable Energy Development Association (REDA). – 2025. – December 14. – URL: https://www.rreda.ru/news/smi-o-nas/4226/ (date of access: March 13, 2026).
2. Ministry of Energy: In a number of regions, renewable energy will ensure increased electricity consumption // National Association of Oil and Gas Service. – 2025. – June 24. – URL: https://nangs.org/news/renewables/minenergo-v-ryade-regionov-rost-potrebleniya-elektroenergii-obespechat-vie (date of access: March 13, 2026).
3. Russia's clean energy share to reach 90 percent by 2050: Deputy PM // Xinhua. – 2025. – 20 October. – URL: https://english.news.cn/europe/20251020/ef192eb2aa3d4361a8f5ee395e8fece8/c.html (date of access: 13.03.2026).
4. ARVE presents a new annual review of the renewable energy industry // Energy and Industry of Russia. – 2025. – 29 August. – URL: https://www.eprussia.ru/com/articles/6455243.htm (date of access: 13.03.2026).
5. Report on the functioning of the Unified Energy System of Russia in 2025 // System Operator of the Unified Energy System. – 2026. – URL: https://www.so-ups.ru/ (date of access: 13.03.2026).
6. IRENA. Renewable Capacity Statistics 2025. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2025, 75 p.
7. Energy Strategy of the Russian Federation through 2050 (draft). Moscow: Ministry of Energy of the Russian Federation, 2025, 186 p.
8. Share of Clean Energy in Russia's Energy Balance to Rise to 90% by 2050 — Novak // TASS. 2025, October 20, 2025. URL: https://tass.com/economy/2032385 (accessed March 13, 2026).
9. Russia Expands Its Presence in Green Energy // Novostienergetiki. 2025, December 10, 2025. – URL: https://novostienergetiki.ru/rossiya-rasshiryaet-prisutstvie-v-zelyonoj-energetike/ (date of access: 13.03.2026).
10. Clean Profit Technologies. Why Investments in Renewable Energy in Russia Will Double in 10 Years // SberPro | Media. – 2025. – April 23. – URL: https://sber.pro/publication/tehnologii-chistoi-pribili-pochemu-investitsii-v-vozobnovlyaemuyu-energetiku-v-rossii-virastut-vdvoe-za-10-let/ (date of access: 13.03.2026).

Современные подходы к оценке инвестиционной привлекательности автомобилестроения в системе обеспечения экономической безопасности

Королёв Артём Андреевич
аспирант, РЭУ им. Г. В. Плеханова, skorpio_tem@outlook.com

В статье предложен авторский подход к оценке инвестиционной привлекательности автомобилестроения в системе обеспечения экономической безопасности. Показано, что в условиях структурной перестройки отрасли традиционная оценка привлекательности, основанная преимущественно на рыночных и финансовых параметрах, не позволяет выявлять воспроизводственные ограничения и источники уязвимости. В качестве методической основы сформирована индикативно-матрическая модель, в которой экономическая безопасность интерпретируется через состояние инвестиционного потенциала, раскрытого по производственно-технологическому, инвестиционно-модернизационному, компонентно-ресурсному, кадрово-инфраструктурному и рыночному компонентам. Модель апробирована на данных 2020–2024 гг. и позволяет выявлять несогласованность восстановительных траекторий рынка, производства и ресурсной базы, определяющую сохранение системных рисков. На основе результатов оценки сформулированы практические меры, ориентированные на увязку стимулирования спроса с локализацией, развитие критической компонентной базы и закрепление модернизационного инвестиционного режима отрасли.

Ключевые слова: экономическая безопасность, автомобилестроение, инвестиционная привлекательность, инвестиционный потенциал, промышленная политика, государственное регулирование, индикативная оценка, интегральный показатель.

Введение

Автомобилестроение России, функционируя в условиях нарастающей зависимости отраслевого развития от устойчивости производственной базы, доступа к технологиям, состояния кооперационных связей и способности к инвестиционному воспроизводству, всё в большей степени испытывает влияние факторов, выходящих за рамки традиционной рыночной динамики. Изменение внешнеэкономической среды не сформировало указанные ограничения заново, а лишь обострило ранее накопленные структурные дисбалансы отрасли. На этом фоне определяющее значение приобретает не только рост выпуска продукции, но и способность автомобильной промышленности сохранять технологическую управляемость, поддерживать модернизационные процессы и снижать зависимость от наиболее уязвимых звеньев производственной системы.

Инвестиционная привлекательность автомобилестроения, рассматриваемая в таких условиях, не может быть сведена к текущим финансовым результатам или конъюнктуре рынка. Более содержательной аналитической категорией выступает инвестиционный потенциал, отражающий совокупность производственных, технологических, компонентных, кадровых и инфраструктурных возможностей развития. Состояние этих возможностей определяет пределы модернизации отрасли, глубину ее адаптации к внешним ограничениям и устойчивость долгосрочной инвестиционной активности. Таким образом, инвестиционная проблематика напрямую указывает на вопросы экономической безопасности, в рамках которой ключевое значение приобретают не только параметры роста, но и условия сохранения ресурсной, технологической и организационной основы развития.

Не меньшую актуальность исследованию придает и то обстоятельство, что российский автопром развивается в рамках действующей отраслевой стратегии и одновременно находится под воздействием комплекса мер государственного регулирования, направленных на поддержку производителей, спроса и структурной перестройки рынка. Вместе с тем наличие стратегических ориентиров и регуляторных инструментов само по себе не устраняет методическую проблему оценки отраслевой устойчивости [1, 2]. В научной литературе инвестиционная привлекательность автомобилестроения и его экономическая безопасность преимущественно рассматриваются раздельно, вследствие чего сохраняется разрыв между целями развития отрасли, оценкой ее инвестиционного потенциала и диагностикой системных угроз. В связи с этим возрастает значение подхода, позволяющего анализировать экономическую безопасность автомобилестроения через состояние структурных компонентов инвестиционного потенциала. Данный подход позволяет увязать стратегические ориентиры развития автопрома, фактические параметры функционирования отрасли и инструменты регулирования. В результате формируется единая аналитическая модель, ориентированная на выявление зон уязвимости и обоснование практических мер [5].

Материалы и методы

Эмпирическая база исследования сформирована по данным 2020–2024 гг. и включает официальную статистику по инвестициям в основной капитал и показателям деятельности, сведения о динамике рынка новых автомобилей, а также материалы стратегического и нормативного регулирования отрасли. В качестве нормативной основы использованы положения стратегии развития автомобильной промышленности до 2035 года и требования к локализации производства промышленной продукции, закрепленные в Постановлении Правительства №719.

Теоретические аспекты

Оценка инвестиционной привлекательности автомобилестроения не может ограничиваться анализом текущих финансовых результатов и рыночной конъюнктуры. Для промышленной отрасли определяющее значение имеет состояние ресурсной базы развития, от которого зависят модернизация производства, технологическое обновление, локализация, устойчивость кооперационных связей и возможность долгосрочного воспроизводства. В связи с этим более содержательной аналитической категорией выступает инвестиционный потенциал автомобилестроения, характеризующий совокупность производственных, технологических, кадровых, инфраструктурных и компонентных возможностей отраслевого развития.

Прямая связь инвестиционного потенциала с экономической безопасностью проявляется в том, что ухудшение состояния производственной базы, усиление зависимости от критических комплектующих, ограниченность модернизационных вложений и дефицит кадров одновременно снижают устойчивость отрасли и ослабляют ее инвестиционные перспективы. В таком воззрении экономическая безопасность автомобилестроения может рассматриваться как состояние, при котором сохраняются условия для стабильного функционирования, технологического развития и расширенного воспроизводства отрасли [5].

Для российского автомобилестроения подобный подход имеет особую значимость ввиду того, что развитие отрасли определяется не только рыночными факторами, но и стратегическими ориентирами государственной промышленной политики. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 года закрепляет направления, связанные с локализацией, развитием компонентной базы, технологической модернизацией, кадровым обеспечением и мерами поддержки [2, 3]. Однако указанные направления преимущественно рассматриваются в логике отраслевого планирования и в недостаточной степени используются как основа целостной оценки экономической безопасности. В результате возникает необходимость разработки методического подхода, позволяющего проводить анализ и оценку инвестиционного потенциала автомобилестроения через систему структурных компонентов и на этой основе выявлять отраслевые уязвимости [4, 8].

Предлагаемая авторская методика имеет индикативно-матрический характер. Ее применение ориентировано на выявление отклонений в состоянии ключевых структурных компонентов инвестиционного потенциала и последующую интерпретацию таких отклонений как признаков формирования угроз экономической безопасности. Такой подход позволяет объединить стратегические ориентиры развития автомобилестроения, фактические результаты функционирования отрасли и направления государственного регулирования в единой аналитической конструкции. При этом внимание концентрируется не только на итоговых результатах отраслевого развития, но и на состоянии производственной, технологической, ресурсной, кадровой и рыночной базы, от которой зависит устойчивость автопрома в средне- и долгосрочном периоде.

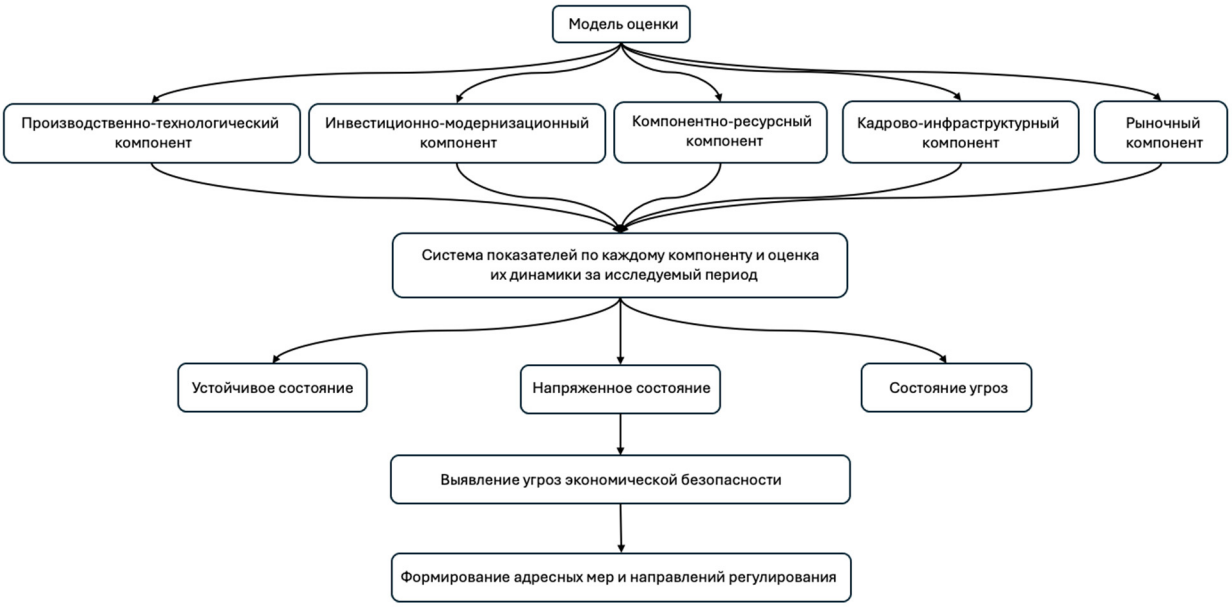


Рисунок 1 Модель оценки экономической безопасности автомобилестроения

Внутренняя структура модели включает пять взаимосвязанных компонентов. Производственно-технологический компонент отражает состояние выпуска, способность отрасли поддерживать производственное воспроизводство и сохранять технологическую управляемость. Инвестиционно-модернизационный компонент характеризует возможности обновления основных фондов, внедрения новых решений и формирования базы для дальнейшего технологического развития. Компонентно-ресурсный компонент позволяет оценить глубину локализации, устойчивость кооперационных связей и степень зависимости от критических комплектующих. Кадрово-инфраструктурный компонент раскрывает обеспеченность отрасли трудовыми, инженерными, испытательными и иными инфраструктурными ресурсами. Рыночный компонент фиксирует состояние внутреннего спроса, устойчивость реализации продукции и способность отрасли поддерживать расширенное воспроизводство в изменяющейся экономической среде [6, 7].

Отбор показателей для каждого компонента определяется двумя критериями. С одной стороны, показатель должен отражать фактическое состояние отрасли в пределах исследуемого периода. С другой стороны, показатель должен обладать диагностическим значением с точки зрения выявления угроз экономической безопасности. В результате система оценки ориентируется не на максимально широкий набор статистических характеристик, а на ограниченный круг индикаторов, наиболее полно раскрывающих состояние инвестиционного потенциала автомобилестроения и его уязвимые звенья.

Оценка экономической безопасности автомобилестроения в рамках предлагаемой методики осуществляется в динамике, поскольку для промышленной отрасли принципиальное значение имеет не только текущее значение показателя, но и направление его изменения, отражающее устойчивость либо ослабление воспроизводственных условий. По этой причине анализ строится на сопоставлении показателей в пределах исследуемого периода 2020–2024 гг. и позволяет фиксировать не разовые колебания, а характер трансформации инвестиционного потенциала отрасли. Исходным этапом выступает расчёт индекса динамики относительно базового года.

Таблица 1

Рабочая матрица показателей

Структурный компонент	Основные показатели	Показатель позволяет выявить:
Производственно-технологический	- объем производства автотранспортных средств; - индекс производства автомобильной промышленности; - доля отечественной продукции на внутреннем рынке;	- сужение производственной базы; - нестабильность выпуска; ослабление технологического воспроизводства;
Инвестиционно-модернизационный	- инвестиции в основной капитал по отрасли; - затраты на технологические инновации или инновационная активность организаций; - обновление производственных мощностей;	- дефицит модернизационных ресурсов; - замедление обновления; - снижение инвестиционной емкости отрасли;
Компонентно-ресурсный	- уровень локализации производства; - состояние отечественной компонентной базы;	- внешняя зависимость; - уязвимость кооперационных связей; - риски разрыва воспроизводственного процесса;
Кадрово-инфраструктурный	- среднесписочная численность работников автомобильной промышленности; - производительность труда в автопроме;	- кадровое истощение; инфраструктурные ограничения; - снижение способности к технологической адаптации;
Рыночный	- объем продаж новых автомобилей; структура рынка по происхождению продукции; - динамика спроса;	- сужение рынка; - нестабильность реализации; - зависимость отрасли от компенсирующих мер поддержки;

$$I_{i,t} = \frac{X_{i,t}}{X_{i,0}} \ (1),$$

где $I_{i,t}$ – индекс динамики i-го показателя в году t, $X_{i,t}$ – значение i-го показателя в анализируемом году, $X_{i,0}$ – значение того же показателя в базовом году.

Данный показатель позволяет определить степень отклонения текущего состояния отрасли от исходного уровня и тем самым выявить, сохраняется ли достигнутый уровень развития либо имеет место его утрата. Для уточнения внутрипериодных изменений дополнительно рассчитывается темп роста показателя по отношению к предыдущему году.

$$T_{i,t} = \frac{X_{i,t}}{X_{i,t-1}} \text{ x } 100 \ (2),$$

где $T_{i,t}$ – темп роста (i)-го показателя в году (t), $X_{i,t-1}$ – значение соответствующего показателя в предыдущем году.

Использование темпа роста необходимо для фиксации переломных моментов в отраслевой динамике, поскольку длительное ухудшение, кратковременное снижение и последующее восстановление имеют различное значение с позиции оценки экономической безопасности. Так как в модель включены разнородные показатели, измеряемые в натуральных, стоимостных и относительных единицах, на следующем этапе производится их нормирование, обеспечивающее сопоставимость и возможность последующего агрегирования.

$$N_{i,t} = \frac{X_{i,t} - X_i^{min}}{X_i^{max} - X_i^{min}} \ (3), N_{i,t} = \frac{X_i^{max} - X_{i,t}}{X_i^{max} - X_i^{min}} \ (4),$$

где $N_{i,t}$ – нормированное значение i-го показателя в году t, X_i^{min} и X_i^{max} – минимальное и максимальное значения данного показателя в анализируемом ряду.

Такое разграничение необходимо для сохранения единого подхода интерпретации результатов. После нормирования все показатели принимают значения в интервале от 0 до 1, где более высокое значение соответствует более благоприятному состоянию исследуемого компонента. Это позволяет избежать искажения итоговой оценки при совместном использовании разнонаправленных индикаторов, поскольку рост производственного выпуска и, например, усиление импортной зависимости не могут интерпретироваться одинаково. Далее нормированные показатели агрегируются в компонентные оценки, отражающие состояние соответствующих структурных блоков инвестиционного потенциала. В базовом варианте методики для этого используется среднее арифметическое.

$$K_{i,t} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} N_{i,t} \ (5),$$

где $K_{i,t}$ – оценка j-го структурного компонента в году t, n – число показателей, входящих в данный компонент.

Полученные компонентные значения при необходимости сводятся в интегральный показатель экономической безопасности автомобилестроения.

$$E_t = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} K_{j,t} \ (6),$$

где E_t – интегральная оценка экономической безопасности автомобилестроения в году t, m – число структурных компонентов модели.

Интерпретация результатов строится на зональном подходе. Значения компонентных и интегрального показателей в интервале от 0,67 до 1,00 характеризуют устойчивое состояние, диапазон от 0,34 до 0,67 соответствует напряжённому состоянию, а значения ниже 0,34 указывают на формирование зоны угроз. Такая шкала позволяет соотнести количественные результаты расчёта с качественной характеристикой отраслевой устойчивости и использовать модель не только как инструмент описания, но и как основу для выявления воспроизводственных ограничений.

Интерпретация рассчитанных значений компонентных оценок и интегрального показателя выполняется в рамках зонального подхода, выделяющего устойчивое, напряжённое и рискованное состояние. Классификация состояния основывается как на уровне показателя относительно пороговых значений, так и на его динамике в пределах исследуемого периода, поскольку устойчивые отклонения и краткосрочные колебания по-разному характеризуют степень угрозы экономической безопасности.

Тем самым предложенная методика обеспечивает последовательный переход от расчёта динамики отдельных показателей к оценке состояния структурных компонентов инвестиционного потенциала и далее к интегральной диагностике экономической безопасности автомобилестроения. Её аналитическое преимущество состоит в том, что она позволяет рассматривать отраслевую устойчивость не как совокупность изолированных статистических отклонений, а как результат изменения взаимосвязанных производственных, инвестиционных, ресурсных, кадровых и рыночных параметров. Именно такая логика делает возможным последующее выявление системных угроз и обоснование адресных мер государственного регулирования.

Результаты и предложения

Апробация предложенной методики демонстрирует, что ухудшение состояния автомобилестроения в рассматриваемом периоде было связано не просто со спадом отдельных показателей, а с нарушением согласованности между ключевыми контурами отраслевого воспроизводства. Последующее улучшение интегральной оценки свидетельствует о выходе из наиболее острой фазы спада, однако не означает восстановления устойчивой модели развития. Полученные результаты указывают на то, что рыночная активность, инвестиционные процессы и частично производственная динамика начали восстанавливаться быстрее, чем формировалась внутренняя ресурсная и технологическая база, способная закрепить этот рост. Тем самым восстановление приобрело компенсаторный, а не структурно завершённый характер.

Компонентный анализ подтверждает, что положительная динамика в отрасли имела внутренне несбалансированную природу. Улучшение отдельных параметров не сопровождалось сопоставимым укреплением тех элементов, которые определяют долгосрочную воспроизводственную устойчивость, прежде всего компонентного обеспечения, технологической автономии и кадровой закреплённости. В таком положении рост спроса и частичное расширение выпуска не устраняют системные ограничения, а лишь временно маскируют их, поскольку дальнейшее развитие продолжает зависеть от состояния внешней кооперации, доступности критических комплектующих и способности отрасли трансформировать текущую инвестиционную активность в модернизационный результат. Следовательно, наблюдаемая динамика может быть интерпретирована не как достижение устойчивого баланса, а как промежуточная фаза адаптации, в которой сохраняется разрыв между расширением рынка и внутренними возможностями отрасли обеспечивать это расширение на собственной производственной основе.

Таблица 2

Расчеты модели оценки экономической безопасности

Год	K (производственно-технологический)	K (инвестиционно-модернизационный)	K (рыночный)	K (кадрово-инфраструктурный)	K (компонентно-ресурсный)	E интегральный
2020	0,9140	0,0670	0,9306	0,9166	1,0000	0,7656
2021	0,8571	0,5239	1,0000	1,0000	0,9179	0,8598
2022	0,0000	0,5000	0,0000	0,5103	0,7487	0,3518
2023	0,5476	0,5183	0,2550	0,0000	0,1282	0,2898
2024	0,6531	0,9208	0,8007	0,8533	0,0000	0,6456

В 2023–2024 гг. восстановление автомобилестроения протекало при нарастающем расхождении между динамикой рынка и состоянием компонентно-ресурсной базы. Такое соотношение означает, что увеличение продаж и частичное расширение выпуска не сопровождались сопоставимым снижением зависимости от внешних поставок. В результате прирост отраслевой активности обеспечивался в условиях, когда значительная часть производственного контура по-прежнему была связана с внешними источниками комплектования. При данной конфигурации рост не преобразуется в устойчивое расширение внутренней добавленной стоимости, а воспроизводственный процесс сохраняет высокую чувствительность к параметрам внешней кооперации.

Экономическая интерпретация этого сдвига связана с характером инвестиционного цикла. Если ресурсная база не укрепляется одновременно с ростом спроса, то вложения в отрасль направляются прежде всего на поддержание текущей сборочной и производственной активности. Модернизационный эффект в таком случае ограничивается, так как инвестиции не обеспечивают полного замещения критических компонентов, не формируют устойчивого технологического контура и не уменьшают зависимость от внешних каналов снабжения. Следовательно, рост инвестиционной активности не тождествен укреплению экономической безопасности. При сохранении внешней зависимости он может фиксировать адаптацию отрасли к ограничениям, а не их преодоление.

Анализ динамики выпуска легковых автомобилей, а также динамики инвестиций в автомобильную отрасль дополняет результаты интегральной и компонентной оценки экономической безопасности автомобилестроения. Так, первый показатель демонстрирует, что восстановление рыночной активности и производственного контура происходило неравномерно. После резкого снижения в 2022 г. последовал рост, однако его нельзя интерпретировать как полное восстановление устойчивости отрасли, так как расширение спроса опережало формирование прочной внутренней производственной базы (Рис. 2). Динамика инвестиций,

представленная, подтверждает, что в восстановительный период инвестиционная активность возобновилась, однако сама по себе не обеспечила устранения структурных ограничений, выявленных в компонентно-ресурсном блоке. В совокупности улучшение текущих рыночных и инвестиционных параметров не тождественно укреплению экономической безопасности. При сохраняющемся разрыве между спросом, выпуском и ресурсной базой восстановление отрасли остаётся структурно незавершённым (Рис. 3).

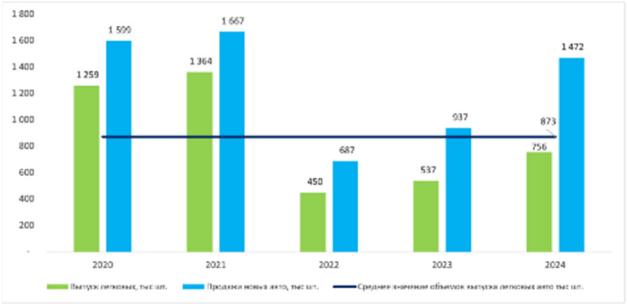


Рисунок 2 Динамика выпуска и продаж легковых автомобилей за 2020–2024 гг., тыс. шт.

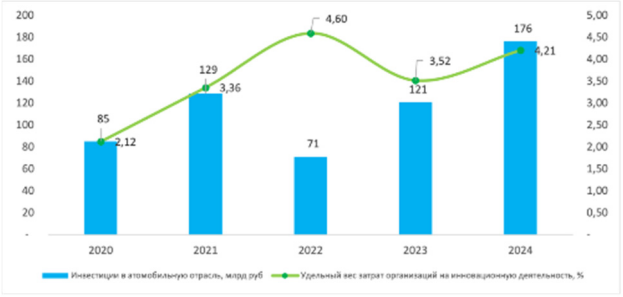


Рисунок 3 Динамика инвестиций в автомобильную отрасль за 2020–2024 гг., в млрд руб.

Выявленная конфигурация компонентных оценок позволяет сделать вывод о сохранении трёх взаимосвязанных угроз экономической безопасности автомобилестроения. Первая угроза выражается в воспроизводственном разрыве между восстановлением рынка и состоянием внутренней производственно-компонентной базы. В 2024 г. интегральный показатель повысился до 0,6456, однако компонентно-ресурсный блок снизился до минимального значения, тогда как рыночный достиг 0,8007. Такое расхождение означает, что расширение спроса и частичное увеличение выпуска не сопровождались эквивалентным укреплением локализованного производственного контура. В этих условиях рост отраслевой активности не трансформируется в устойчивое расширение внутренней добавленной стоимости и остаётся зависимым от внешнего обеспечения комплектующими и технологическими решениями. Вторая угроза связана с закреплением восстановительного, а не модернизационного режима инвестирования. Несмотря на рост инвестиционно-модернизационного компонента до 0,9208 в 2024 г., расчёты не подтверждают, что увеличение вложений уже обеспечило устранение ресурсной зависимости и переход к устойчивому технологическому обновлению. Инвестиции в такой ситуации поддерживают текущую адаптацию отрасли, но не снимают ограничений, связанных с компонентной базой и воспроизводственной автономией. Третья угроза формируется в кадрово-инфраструктурном контуре. После снижения этого компонента до минимума за рассматриваемый период в 2023 г. в 2024 г. было зафиксировано улучшение до 0,8533, однако сама предшествующая динамика демонстрирует, что кадровый потенциал реагирует на кризис с временным лагом и восстанавливается медленнее, чем рыночная активность. Это повышает вероятность того, что модернизационные вложения будут реализовываться в условиях дефицита устойчиво закреплённых компетенций.

Снижение указанных угроз требует переноса акцента государственной политики с поддержки текущего спроса на укрепление воспроизводственной автономии отрасли. При сохранении доли импортного сегмента на уровне около 54 % в 2024 г. стимулирование спроса не должно рассматриваться как самостоятельный инструмент, поскольку в отрыве от локализационных требований оно способно усиливать внешний сегмент предложения. Более обоснованным представляется режим, при котором объём и условия поддержки дифференцируются в зависимости от глубины локализации, использования отечественных компонентов и вклада в формирование внутренней добавленной стоимости. В этом случае расширение рынка будет сопрягаться не только с ростом продаж, но и с перераспределением спроса в пользу продукции, обеспечивающей развитие национального производственного контура. Расчётные ориентиры, допускают снижение доли импорта в продажах до 40 % к 2027 г. и до 30 % к 2030 г. при увеличении выпуска легковых автомобилей до 1,0–1,1 млн единиц к 2027 г. и до 1,2–1,3 млн единиц к 2030 г.

Одновременно требуется концентрация поддержки на критических звеньях компонентной базы, где внешняя зависимость непосредственно ограничивает устойчивость выпуска и отдачу на инвестиции. Предлагается не широкое субсидирование отрасли в целом, а проектное финансировании ограниченного круга узлов и технологических операций, формирующих наибольшую уязвимость воспроизводственного процесса. Такой подход позволяет увязать бюджетную поддержку с достижением измеримого результата в виде запуска мощностей, подтверждённого уровня локализации и снижения зависимости по критическим позициям. На ряду с этим должен быть закреплён долгосрочный контур промышленного финансирования, ориентированный на модернизацию оборудования, автоматизацию и повышение качества производства.

Заключение

Проведённое исследование показало, что инвестиционную привлекательность автомобилестроения целесообразно рассматривать в связи с экономической безопасностью отрасли. Такой подход позволяет оценивать не только текущее состояние рынка, но и более глубокие условия развития, включая состояние производства, инвестиционной активности, кадрового обеспечения и компонентной базы. Предложенная методика позволила выявить, что восстановление отрасли не означает автоматического устранения её внутренних ограничений. Несмотря на улучшение отдельных показателей, в системе автомобилестроения сохраняются структурные диспропорции, связанные прежде всего с недостаточной устойчивостью ресурсной и технологической базы. Это указывает на то, что положительная динамика пока не перешла в устойчивое и внутренне сбалансированное развитие.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 13.05.2017 № 208 «О Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. — URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001201705150001 (дата обращения: 09.03.2026).

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.12.2022 № 4261-р «Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации до 2035 года» [Электронный ресурс]. — URL: https://static.government.ru/media/acts/files/1202212300047.pdf (дата обращения: 09.03.2026).

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.07.2015 № 719 «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — URL: https://base.garant.ru/71139412/ (дата обращения: 09.03.2026).

4. Инвестиции в России. 2025: стат. сб. / Росстат. — М., 2025. — (Электронное издание). [Электронный ресурс]. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13238 (дата обращения: 09.03.2026).

5. Загидуллин А. Р. Оценка уровня экономической безопасности предприятий автомобилестроения // Прогрессивная экономика. — 2025. — № 5. — С. 237–250. — DOI: 10.54861/27131211_2025_5_237. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiy-avtomobilestroeniya (дата обращения: 09.03.2026).

6. Капустина И. В., Григорьева К. А. Импорт автокомпонентов как фактор лабильности рынка автомобилестроения // BENEFICIUM. — 2022. — № 3(44). — С. 49–56. — DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.3(44).49-56. — URL: https://beneficium.pro/index.php/beneficium/article/view/BENEFICIUM.2022.3%2844%29.49-56 (дата обращения: 09.03.2026).

7. Подхалюзина В. А., Дрейцен М. А. Об инвестиционной привлекательности российской автомобильной промышленности // Автомобильная промышленность. — 2014. — № 6. — С. 1–3. — URL: https://www.mashin.ru/files/2014/avto-pr6_14_1-40_min.pdf (дата обращения: 09.03.2026).

8. Безпалов, В. В. Стратегическое планирование внешнеэкономической деятельности региональных промышленных комплексов в рамках новой концепции внешней политики страны в условиях санкций / В. В. Безпалов // Приоритеты и механизмы стратегического планирования

в Российской Федерации : сборник статей XII Международной научной конференции, Москва, 26–27 апреля 2023 года. – Москва: Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2023.

9. Александров Г. А., Вякина И. В., Скворцова Г. Г. Методология диагностирования и оценки взаимосвязи: экономическая безопасность – инвестиционная привлекательность предприятия // Экономические отношения. — 2020. — Т. 10. — № 3. — С. 919–936. — DOI: 10.18334/eo.10.3.110858. — URL: https://1economic.ru/lib/110858 (дата обращения: 09.03.2026).

Modern approaches to assessing the investment attractiveness of the automotive industry in the economic security system

Korolev A.A.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

The article proposes an author's approach to assessing the investment attractiveness of the automotive industry in the system of ensuring economic security. It is shown that in the conditions of structural restructuring of the industry, the traditional assessment of attractiveness, based mainly on market and financial parameters, does not allow identifying reproductive constraints and sources of vulnerability. An indicative matrix model has been developed as a methodological basis, in which economic security is interpreted through the state of investment potential, disclosed in terms of production and technological, investment and modernization, component and resource, personnel and infrastructure, and market components. The model has been tested on data for 2020–2024 and allows for the identification of inconsistencies in the recovery trajectories of the market, production, and resource base, which determine the persistence of systemic risks. Based on the assessment results, practical measures have been formulated that are aimed at linking demand stimulation with localization, developing a critical component base, and consolidating the industry's modernization investment regime.

Keywords: economic security, automotive industry, investment attractiveness, investment potential, industrial policy, state regulation, indicative assessment, integral indicator.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 208 of May 13, 2017, “On the Economic Security Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2030” [Electronic resource]. — URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001201705150001 (accessed: March 9, 2026).
2. Decree of the Government of the Russian Federation No. 4261-r of December 28, 2022, “On the Approval of the Strategy for the Development of the Automotive Industry of the Russian Federation until 2035” [Electronic resource]. — URL: https://static.government.ru/media/acts/files/1202212300047.pdf (accessed: 03/09/2026).
3. Decree of the Government of the Russian Federation No. 719 of 07/17/2015 “On the Confirmation of Industrial Production on the Territory of the Russian Federation” [Electronic resource]. — URL: https://base.garant.ru/71139412/ (accessed: 03/09/2026).
4. Investments in Russia. 2025: statistical compendium / Rosstat. — Moscow, 2025. — (Electronic edition). [Electronic resource]. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13238 (accessed: 03/09/2026).
5. Zagidullin, A. R. Assessment of the Level of Economic Security of Automotive Manufacturing Enterprises // Progressive Economy. — 2025. — No. 5. — Pp. 237–250. — DOI: 10.54861/27131211_2025_5_237. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-urovnya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiy-avtomobilestroeniya (accessed: 03/09/2026).
6. Kapustina I. V., Grigorieva K. A. Import of auto components as a factor in the volatility of the automotive market // BENEFICIUM. — 2022. — No. 3(44). — Pp. 49–56. — DOI: 10.34680/BENEFICIUM.2022.3 (44).49–56. — URL: https://benefician.pro/index.php/benefician/article/view/BENEFICIUM.2022.3%2844%29.49-56 (accessed: 03/09/2026).
7. Podkhalyuzina V. A., Dreitsen, M. A. On the Investment Attractiveness of the Russian Automotive Industry // Automotive Industry. — 2014. — No. 6. — Pp. 1–3. — URL: https://www.mashin.ru/files/2014/avto-pr6_14_1-40_min.pdf (accessed: 03/09/2026).
8. Bezpalov, V. V. Strategic planning of foreign economic activity of regional industrial complexes within the framework of the country’s new foreign policy concept under sanctions / V. V. Bezpalov // Priorities and Mechanisms of Strategic Planning in the Russian Federation: Collection of Articles from the XII International Scientific Conference, Moscow, April 26–27, 2023. – Moscow: Plekhanov Russian University of Economics, 2023.
9. Aleksandrov G. A., Vyakina I. V., Skvortsova G. G. Methodology for diagnosing and assessing the relationship between economic security and the investment attractiveness of an enterprise // Economic Relations. — 2020. — Vol. 10. — No. 3. — Pp. 919–936. — DOI: 10.18334/eo.10.3.110858. — URL: https://1economic.ru/lib/110858 (accessed: 03/09/2026).

Финансовое моделирование в архитектуре стратегического управления инвестициями: системный подход в условиях неопределённости

Светлов Матвей Сергеевич
студент, факультет финансов, Институт управления, РАНХиГС при Президенте РФ, i@msvetlov.ru

В статье рассматривается роль финансового моделирования в формировании архитектуры стратегического управления инвестиционной деятельностью организаций в условиях нарастающей неопределённости внешней и внутренней среды. Показано, что традиционный подход к моделированию, сосредоточенный на расчёте показателей NPV, IRR и срока окупаемости для отдельных проектов, слабо отражает системный характер инвестиционных решений и их встраивание в многослойную управленческую структуру компании. Утверждается, что финансовая модель должна рассматриваться не изолированно, а как элемент архитектуры стратегического управления, задающий формализованный контур связи между целями, ресурсами, рисками и механизмами адаптации к изменяющимся условиям. Теоретической основой исследования выступают системный подход к управлению, концепция риска и неопределённости Ф. Найта, положения теории ограниченной рациональности, а также разработки в области стратегического и инвестиционного менеджмента. Предлагается трактовка инвестиционной системы компании как совокупности взаимосвязанных подсистем (стратегической, портфельной, проектной и операционной), внутри которой финансовые модели выполняют функции координации, сопоставления альтернатив и инициации управленческих решений. На основе системного анализа формулируется модель архитектуры стратегического управления инвестициями, интегрирующая финансовое моделирование, риск-менеджмент и механизмы обратной связи. Сформулированы методические рекомендации по включению финансовых моделей в контуры планирования, мониторинга и пересмотра инвестиционной стратегии, а также по использованию триггеров пересмотра и пороговых индикаторов для управления неопределённостью. Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенный подход позволяет перейти от фрагментарного применения моделей к построению целостной системы стратегического инвестиционного анализа, повышающей устойчивость и согласованность управленческих решений.

Ключевые слова: стратегическое управление; инвестиционная стратегия; финансовое моделирование; архитектура управления; системный подход; риск и неопределённость; триггеры пересмотра.

Введение

В большинстве современных компаний инвестиционные решения принимаются в условиях, когда горизонт планирования расширяется, а предсказуемость среды снижается. Регуляторные изменения, технологические сдвиги, колебания стоимости капитала и спроса, геополитические факторы — всё это формирует контекст, в котором ранее принятые стратегии теряют актуальность ещё до завершения их реализации [1, 2]. В таких условиях устойчивость организации определяется не столько точностью исходных прогнозов, сколько способностью управленческой системы адаптироваться к отклонениям от базовых предпосылок.

На практике архитектура управления инвестициями во многих случаях сложилась эволюционно и носит фрагментарный характер. Стратегические документы описывают целевые ориентиры и приоритетные направления развития, бюджетные процедуры задают регламенты утверждения и корректировки финансовых планов, отдельные регламенты фиксируют порядок подготовки инвестиционных предложений. Финансовые модели, как правило, выступают инструментом оценки эффективности конкретных проектов и используются эпизодически — в момент обоснования решения [4, 5]. В результате между уровнем стратегии и уровнем проектных решений формируется разрыв: модель проектного NPV слабо связана с логикой формирования портфеля и с механизмами пересмотра курса при изменении внешних условий.

Характерный пример: компания формирует трёхлетнюю инвестиционную программу, включающую модернизацию производственных мощностей, запуск новых продуктовых линий и выход на региональные рынки. Для каждого проекта разрабатывается финансовая модель с расчётом NPV и IRR, проводится формальный сценарный анализ. Однако архитектура управленческой системы остаётся прежней: ответственность за актуализацию моделей не закреплена, триггеры пересмотра стратегии не определены, а механизмы перераспределения ресурсов между проектами при изменении макроэкономических параметров описаны лишь в общих формулировках. В момент существенного шока — резкого роста стоимости заимствований или падения спроса — компания вынуждена реагировать в режиме ручного управления, поскольку контур связей между стратегией, портфелем проектов и операционными решениями не был формализован.

Классические подходы к инвестиционному анализу и финансовому моделированию в значительной степени ориентированы на оценку изолированных проектов и не задают рамку для описания архитектуры всей системы управления инвестициями [4, 5]. На уровне отдельной модели могут быть реализованы сценарный анализ, анализ чувствительности, оценка реальных опционов [8, 14, 21]; однако вопросы того, каким образом совокупность моделей встраивается в стратегический контур, как формируются потоки информации, как задаются пороговые значения для пересмотра стратегии, остаются за пределами стандартных методик. Между тем именно архитектурное измерение — конфигурация подсистем, их взаимодействие и механизмы обратной связи — определяет способность компании управлять неопределённостью, а не только реагировать на неё [9, 17].

Системный подход к управлению предполагает рассмотрение организации как целостной совокупности взаимосвязанных элементов, функционирующих в динамической среде [9]. В применении к инвестиционной деятельности это означает, что отдельные проекты, портфель в целом, процедуры стратегического планирования, бюджетирования и риск-менеджмента должны анализироваться не изолированно, а как части единой системы, ориентированной на достижение долгосрочных целей собственников и стейкхолдеров. Финансовые модели в такой перспективе выступают не только инструментами расчёта, но и носителями структуры: они фиксируют предположения о будущей среде, задают конфигурацию сценариев, определяют границы допустимых отклонений и тем самым участвуют в формировании архитектуры стратегического управления.

Цель данной работы — раскрыть, каким образом финансовое моделирование может быть интегрировано в архитектуру стратегического управления инвестициями на основе системного подхода, и предложить модель такой архитектуры применительно к организациям, функционирующим в условиях высокой неопределённости [2, 10]. Для её достижения в статье последовательно решаются следующие задачи: во-первых,

уточняется содержание понятия «архитектура стратегического управления инвестициями» и обосновывается необходимость системного подхода к её анализу; во-вторых, выделяются ключевые элементы инвестиционной системы компании и их взаимосвязи; в-третьих, рассматривается место финансовых моделей в данной системе и типы управленческих функций, которые они могут выполнять; в-четвёртых, формулируются методические рекомендации по включению финансовых моделей в контуры планирования, мониторинга и пересмотра инвестиционной стратегии, включая использование триггеров пересмотра и пороговых индикаторов.

Научная новизна исследования заключается в развитии представления о финансовом моделировании как об элементе архитектуры стратегического управления, а не только как о вычислительном инструменте оценки инвестиционных проектов [3, 13]. В отличие от работ, в которых финансовые модели анализируются на уровне отдельных методик и показателей, в данной статье предлагается системная модель инвестиционной деятельности компании, в рамках которой модели выполняют координирующую и диагностическую функции, связывая стратегические цели, портфельные решения и операционные процессы [16, 18]. Это позволяет рассматривать трансформацию инвестиционного анализа как изменение архитектуры всей управленческой системы, а не как локальное совершенствование расчётных процедур.

1. Теоретические основания системного подхода к стратегическому управлению инвестициями

Проблематика стратегического управления инвестициями традиционно развивалась на стыке нескольких исследовательских полей: корпоративных финансов, стратегического менеджмента и теории организации [3, 13, 17]. В классической финансовой парадигме акцент делался на выборе проектов с максимальной приведённой стоимостью при заданных ограничениях по риску и ресурсам [4], тогда как вопросы конфигурации управленческой системы, в рамках которой принимаются эти решения, рассматривались преимущественно в фоновом режиме. В то же время работы в области стратегического управления указывают на то, что устойчивость компании определяется не набором разрозненных решений, а качеством архитектуры — совокупности принципов, структур и процессов, обеспечивающих согласование целей, ресурсов и механизмов адаптации к изменениям среды [9, 17].

Системный подход к управлению исходит из того, что организация представляет собой открытую динамическую систему, взаимодействующую с внешней средой посредством потоков ресурсов, информации и решений [9]. В применении к инвестиционной деятельности это означает, что любые проектные решения необходимо рассматривать в контексте их влияния на состояние системы в целом, включая финансовые показатели, ресурсные ограничения, организационные компетенции и стратегическое позиционирование. Отдельный проект с положительным NPV может оказываться деструктивным с точки зрения системного баланса, если он перегружает критические ресурсы, повышает уязвимость к внешним шокам или вступает в конфликт с ключевыми стратегическими установками [3].

Важным следствием системного подхода является перенос фокуса с оценки эффективности отдельных проектов на анализ архитектуры инвестиционной системы компании. Такая архитектура включает, по крайней мере, четыре взаимосвязанных уровня: стратегический (формирование долгосрочных целей и инвестиционной политики), портфельный (управление совокупностью проектов и программ) [16], проектный (оценка и реализация конкретных инициатив) и операционный (встраивание инвестиционных решений в текущую деятельность). На каждом из уровней действуют свои критерии отбора и приоритизации, свои горизонты планирования и свои контуры обратной связи, однако именно согласованность этих уровней определяет способность компании управлять неопределённостью, а не только адаптироваться к уже свершившимся событиям.

Неопределённость, в найтовском понимании, является для стратегических инвестиционных решений не эпизодическим фактором, а базовой характеристикой среды [10]. Часть будущих состояний принципиально не поддаётся корректному вероятностному описанию: отсутствуют репрезентативные выборки, исторические данные и устойчивые закономерности, на которых можно было бы построить статистические модели. В этих условиях избыточная опора на точечные прогнозы и формально корректные, но концептуально слабые вероятностные оценки создаёт иллюзию контроля, не подкреплённого реальными механизмами адаптации [12]. Системный подход предлагает рассматривать неопределённость не как внешнее возмущение, а как нормальное состояние среды, требующее включения в архитектуру управления специальных контуров мониторинга, пересмотра решений и перераспределения ресурсов.

Ограниченная рациональность и когнитивные искажения усиливают значение архитектуры системного уровня [11]. Решения принимаются конкретными людьми и коллегиальными органами, действующими в условиях ограниченного времени, неполной информации и организационных интересов. Эффект привязки к базовому сценарию, склонность к подтверждающим доказательствам и организационная инерция приводят к тому, что формально корректные модели используются для легитимации уже сложившихся предпочтений, а не для анализа диапазона возможных исходов [7, 15]. В такой ситуации качество архитектуры — распределение ролей, регламенты пересмотра допущений, механизмы эскалации сигналов — становится ключевым фактором, определяющим, будет ли финансовое моделирование смягчать или усиливать когнитивные искажения в управленческих решениях.

С точки зрения системного подхода финансовая модель оказывается не нейтральным техническим инструментом, а элементом структуры, через который формируются и закрепляются представления управленческой команды о будущем. Структура модели — набор включённых и исключённых параметров, конфигурация сценариев, выбранные горизонты и шаги планирования — определяет, какие аспекты реальности становятся видимыми, а какие остаются на периферии внимания. Если архитектура инвестиционной системы не задаёт требований к составу и качеству моделей, к прозрачности допущений и процедурам их пересмотра, модели начинают выполнять роль «чёрного ящика», обеспечивающего числовое обоснование решений, но не раскрывающего логику заложенных предположений [20].

Таким образом, теоретические основания системного подхода к стратегическому управлению инвестициями позволяют по-новому рассмотреть роль финансового моделирования. Вместо того чтобы оценивать отдельные модели через призму корректности расчётов и полноты учёта рисков, целесообразно анализировать, как совокупность моделей встроена в архитектуру управленческой системы: какие уровни охвачены, как устроены потоки информации, какие контуры обратной связи обеспечивают пересмотр предпосылок и перераспределение ресурсов [9, 17]. Такой ракурс создаёт основу для разработки практических решений по трансформации инвестиционного анализа — от набора разрозненных процедур к целостной системе стратегического инвестиционного управления.

2. Архитектура инвестиционной системы компании и место финансового моделирования

Инвестиционную деятельность компании целесообразно рассматривать как систему, включающую стратегический, портфельный, проектный и операционный уровни управления [9, 17]. На стратегическом уровне формируются цели развития, допустимый профиль риска, принципы формирования инвестиционной программы и критерии отбора проектов [3, 13]. На портфельном уровне решаются задачи распределения ограниченных ресурсов между направлениями, балансировки сроков и рисков, поддержания ликвидности и финансовой устойчивости [16]. Проектный уровень отвечает за подготовку и реализацию отдельных инициатив [4, 5], операционный — за встраивание инвестиционных решений в текущие процессы и инфраструктуру.

В такой архитектуре финансовое моделирование обычно концентрируется на проектном уровне: модели строятся под отдельные инициативы, а результаты агрегируются в портфель преимущественно через простое суммирование плановых денежных потоков. При этом стратегический и портфельный уровни зачастую опираются на укрупнённые расчёты и экспертные оценки, не увязанные явно с параметрами проектных моделей. В результате формируются «разорванные» контуры: стратегия задаёт общие ориентиры, проекты — детальные расчёты, но механизмы согласования и обратной связи оказываются слабо формализованы [6].

Системный подход предполагает перераспределение ролей финансового моделирования между уровнями архитектуры. На стратегическом уровне модели фиксируют взаимосвязь целевых показателей компании (стоимость бизнеса, рентабельность капитала, долговая нагрузка) с параметрами инвестиционной программы и внешней среды [6]. На портфельном уровне они обеспечивают сопоставимость проектов по вкладу в стратегические цели, профилю риска и потреблению ресурсов [16]. На проектном уровне сохраняется классическая функция оценки эффективности и устойчивости [5, 19], но дополняется анализом влияния проекта на портфельные и стратегические ограничения (ковенанты, ликвидность, ключевые операционные метрики). На операционном уровне модели используются для настройки триггеров пересмотра и пороговых индикаторов.

Ключевая задача архитектуры — задать единое пространство параметров и допущений, в котором разные уровни управления «разговари-

вают на одном языке». Это означает унификацию ключевых предпосылок (ставки дисконтирования, сценарии макроэкономики, целевые нормативы финансовой устойчивости) и явное закрепление того, какие параметры могут различаться между уровнями, а какие являются общими [17]. В противном случае возникает ситуация, когда стратегический документ исходит из одной конфигурации среды, портфельный анализ — из другой, а проектные модели — из третьей, что делает систему в целом внутренне противоречивой.

3. Интеграция финансовых моделей в контуры стратегического управления

Инвестиционную деятельность компании целесообразно описывать как четырёхуровневую архитектуру, в рамках которой финансовое моделирование выполняет разные функции на каждом уровне [9, 17]. На стратегическом уровне вход формируют макро- и отраслевые сценарии [20], стратегические цели, аппетит к риску и целевые финансовые ограничения. Стратегическая финансово-экономическая модель связывает параметры инвестиционной программы с показателями стоимости и устойчивости бизнеса [6]; на её основе принимаются решения об инвестиционной политике, лимитах и базовых сценариях. Выходом являются целевые диапазоны ключевых метрик и набор общих допущений, транслируемых на нижележащие уровни.

На портфельном уровне вход включают стратегические цели и ограничения, пул действующих и потенциальных проектов, ресурсные лимиты и информацию о рисках. Портфельная модель агрегирует денежные потоки проектов, учитывает взаимозависимости и ограничения, формируя показатели доходности и риска портфеля [16]. Решения касаются отбора и ранжирования проектов, структуры портфеля и распределения лимитов. Выходом становятся состав портфеля, лимиты и требования к проектным моделям, а также пороговые индикаторы портфельного уровня.

На проектном уровне входом выступают лимиты и критерии отбора, методические требования и операционные данные. Проектная модель оценивает эффективность инициативы, её устойчивость и стоимость управленческой гибкости [8, 14, 21, 22]; на основе модели принимаются решения о запуске, изменении масштаба или отклонении проекта. Выходом служат плановые профили денежных потоков и ресурсов, границы устойчивости (критические значения выручки, маржи, загрузки) и набор триггеров пересмотра, делегируемых на операционный уровень.

На операционном уровне вход включают плановые показатели и пороговые значения по проектам, а также регламенты триггеров. Операционные модели и панели мониторинга сопоставляют фактические и плановые значения ключевых индикаторов, формируя сигналы о статусе проектов [19]. Решения касаются корректировки операционных параметров и инициирования пересмотра проектной или портфельной модели при нарушении порогов. Выходом становятся фактические ряды показателей и сигналы, поднимающиеся на проектный и портфельный уровни.

В совокупности такая конфигурация формирует блок-диаграмму архитектуры инвестиционной системы, в которой сверху вниз передаются цели, лимиты и допущения, а снизу вверх — данные и сигналы о состоянии проектов и портфеля; финансовые модели выступают узловыми элементами этой диаграммы [9, 18].

4. Управление неопределённостью: триггеры пересмотра и пороговые индикаторы

Работа с неопределённостью в архитектуре стратегического управления инвестициями опирается на два взаимосвязанных инструмента: триггеры пересмотра и пороговые индикаторы [10, 20]. Пороговые индикаторы представляют собой количественные границы по ключевым параметрам (выручка, маржа, стоимость капитала, уровень загрузки мощностей, курс валюты и т.д.), при выходе за которые текущая конфигурация стратегии и портфеля признаётся потенциально неустойчивой. Триггеры пересмотра задают управленческие действия, которые запускаются при пересечении таких границ.

Финансовые модели позволяют задать пороговые индикаторы не произвольно, а исходя из анализа устойчивости инвестиционных решений [19]. В процессе моделирования определяется область сочетаний внешних и внутренних факторов, при которых NPV проектов и портфеля остаётся положительным, а финансовые и операционные ковенанты не нарушаются. Границы этой области и становятся естественными кандидатами на пороговые значения. На стратегическом уровне аналогичная логика применяется к целевым показателям компании: определяется диапазон, внутри которого стратегия остаётся реализуемой без радикального пересмотра [6].

Для формализации использования пороговых индикаторов удобно выделять три зоны состояния проекта и портфеля. В «зелёной» зоне фактические значения ключевых показателей остаются внутри допустимых диапазонов на уровне проекта, портфеля и стратегических ограничений; управленческие решения принимаются на операционном уровне, корректировки носят локальный характер и не требуют пересмотра инвестиционной программы. Переход в «жёлтую» зону означает нарушение проектных порогов при сохранении соблюдения портфельных и стратегических ограничений: в этом случае инициируется пересмотр проектной модели, обновляются сценарии [20] и анализируется необходимость изменения масштаба, графика или конфигурации проекта.

«Красная» зона фиксирует нарушение порогов портфеля или стратегических ограничений, например, выход долговой нагрузки за допустимый диапазон или падение агрегированной маржи ниже целевого минимума. В этой ситуации запускается пересмотр портфеля и, при необходимости, стратегической модели [13]: пересматриваются состав и приоритизация проектов, график инвестиций, параметры целевых ориентиров. Тем самым задаётся многоуровневая схема эскалации: от локальных решений внутри проекта — к портфельным и стратегическим решениям, основанным на сигналах, генерируемых финансовыми моделями.

Триггеры пересмотра связывают количественные значения индикаторов с управленческими процедурами [9]. Например, снижение фактической выручки по ключевому направлению ниже определённого порога может автоматически инициировать пересмотр инвестиционной программы в данной продуктовой линии; рост стоимости заёмного капитала выше установленного уровня — пересмотр дисконтирующих ставок и повторную оценку портфеля; выход загрузки производственных мощностей за верхнюю границу — анализ необходимости ускорения инвестиций в расширение. Фиксация таких триггеров в регламентах и их отражение в структуре моделей переводят управление неопределённостью из режимов интуитивного реагирования в режим формализованного, хотя и не жёстко детерминированного процесса.

5. Иллюстративный пример трансформации архитектуры инвестиционного анализа

Рассмотрим схематично трансформацию архитектуры инвестиционного анализа в промышленной компании среднего масштаба. На исходном этапе финансовое моделирование используется исключительно для обоснования крупных проектов: под каждый проект строится отдельная модель, оценивается NPV, проводится формальный сценарный анализ [4, 5]. Портфель формируется путём ранжирования проектов по показателям эффективности при заданных ресурсных ограничениях [16], стратегия фиксируется в виде укрупнённой инвестиционной программы.

В процессе трансформации компания последовательно реализует несколько шагов. Во-первых, разрабатывается единый набор допущений и макросценариев, обязательный для всех проектных моделей [20], что обеспечивает сопоставимость результатов и возможность агрегирования на уровне портфеля. Во-вторых, создаются портфельные модели, связывающие параметры отдельных проектов с целевыми финансовыми показателями компании, в том числе с учётом ограничений по долговой нагрузке, ликвидности и операционным ресурсам. В-третьих, в модели встраиваются блоки пороговых индикаторов и триггеров пересмотра [19], привязанные к тем параметрам, по которым доступны регулярные фактические данные.

Результатом становится изменение роли финансового моделирования в управленческой системе [18]. Модели из инструмента разового обоснования превращаются в ядро архитектуры стратегического инвестиционного анализа: через них задаются общие допущения, формируются сценарии, определяются границы устойчивости и инициируются решения о пересмотре стратегии. Для управленческой команды это означает переход от обсуждения единичных значений NPV к работе с конфигурацией портфеля, диапазонами исходов и заранее оговорёнными условиями изменения курса.

Для оценки качества архитектуры стратегического управления инвестициями и степени интеграции финансового моделирования целесообразно использовать модель зрелости. Она отражает, насколько система управления опирается на согласованный набор моделей и формализованные контуры планирования, мониторинга и пересмотра решений [9, 17].

На фрагментарном уровне (1) финансовые модели применяются эпизодически и преимущественно на проектном уровне; единые допущения отсутствуют, связь с портфельными и стратегическими решениями носит неформальный характер, пороговые индикаторы и триггеры пересмотра не заданы. На координированном уровне (2) вводятся общие методические требования и базовые допущения для проектных моделей, портфель формируется путём агрегирования проектных показателей, однако процедуры мониторинга и пересмотра остаются преимущественно ситуативными.

Интегрированный уровень (3) характеризуется формализованной четырёхуровневой архитектурой инвестиционной системы: для стратегического, портфельного, проектного и операционного уровней определены входы и выходы, типы моделей и потоки данных. Введены пороговые индикаторы на уровне проектов и портфеля, закреплены триггеры пересмотра и логика эскалации решений, регулярная загрузка фактических данных в модели обеспечивает функционирование контуров планирования, мониторинга и пересмотра [9]. На количественно управляемом уровне (4) вводятся метрики качества архитектуры: охват уровней моделями, доля решений, принимаемых по формализованным процедурам пересмотра, частота обновления допущений, распределение проектов по зелёной, жёлтой и красной зонам. Эти показатели используются для корректировки регламентов и перераспределения ответственности.

На оптимизируемом уровне (5) архитектура инвестиционного управления рассматривается как объект постоянного развития. В управленческие контуры встроены сценарный анализ, стресс-тестирование и инструменты реальных опционов [8, 21, 22]; модель зрелости используется как инструмент планирования изменений: задаются целевые уровни зрелости, формируются дорожные карты развития архитектуры и оценивается эффект от проведённых трансформаций.

Заключение

На основании выполненного исследования могут быть сформулированы следующие выводы.

Во-первых, показано, что в условиях стратегической неопределённости инвестиционная деятельность компании должна рассматриваться не как набор изолированных проектов, а как многоуровневая система, включающая стратегический, портфельный, проектный и операционный уровни управления [9, 17]. Соответственно, финансовое моделирование теряет характер локальной расчётной процедуры и приобретает статус структурного элемента архитектуры стратегического управления, обеспечивающего согласование целей, ресурсов и допустимого профиля риска [4, 5, 10].

Во-вторых, обосновано, что качество инвестиционных решений определяется не только корректностью отдельных моделей, но и тем, как совокупность моделей встроена в архитектуру управленческой системы. Унификация ключевых допущений, явное разделение уровней моделирования, наличие устойчивых контуров планирования, мониторинга и пересмотра решений [20] позволяют превратить финансовое моделирование в инструмент координации между стратегическим, портфельным и проектным уровнями [16, 18].

В-третьих, продемонстрировано, что системный подход к управлению инвестициями требует включения в структуру моделей пороговых индикаторов и триггеров пересмотра. Определение границ области устойчивости инвестиционных решений и формализация условий, при которых инициируется пересмотр стратегии или портфеля [6], создают основу для проактивного управления неопределённостью, а не только для реактивного реагирования на свершившиеся отклонения [10, 11].

В-четвёртых, показано, что трансформация архитектуры инвестиционного анализа связана не столько с внедрением новых расчётных методик, сколько с изменением роли финансовых моделей в управленческом процессе [3, 13]. Переход от использования моделей как инструмента разового обоснования к их применению в качестве постоянного элемента контуров управления приводит к перераспределению ответственности, росту прозрачности допущений и повышению дисциплины пересмотра решений [7, 15].

Практическая значимость полученных результатов состоит в том, что предложенный подход предоставляет организациям операционализированную рамку для переосмысления места финансового моделирования в системе стратегического управления инвестициями. Выстраивание архитектуры, в которой модели обеспечивают связи между уровнями управления и служат основой для формализованных триггеров пересмотра, позволяет повысить устойчивость инвестиционных решений к внешним и внутренним шокам и снизить зависимость от субъективных представлений о будущем [12]. Перспективным направлением дальнейших исследований является эмпирическая проверка предложенной архитектурной модели на материале компаний различных отраслей, а также разработка формализованных критериев оценки зрелости инвестиционной системы с точки зрения интеграции финансового моделирования в стратегическое управление [21, 22].

Литература

1. Федеральный закон от 23.03.2026 № 60 ФЗ «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений». URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058332&rdk=23
2. Федеральный закон от 13.07.2024 № 177 ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации». URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102354386
3. Ансофф И. Новая корпоративная стратегия / Пер. с англ. С. Жильцова; под общ. ред. Ю. Н. Каптуревского. — СПб.: Питер, 1999. — 416 с.
4. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. Н. Барышниковой. — М.: Олимп-Бизнес, 2008. — 1008 с.
5. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов: теория и практика : учеб. пособие. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Дело, 2008. — 1104 с.
6. Дамодаран А. Стратегический риск-менеджмент: принципы и методики / Пер. с англ. О. Л. Пелявского. — М.: Вильямс, 2010. — 496 с.
7. Канеман Д. Думай медленно… решай быстро / Пер. с англ. А. Андреева, Ю. Деглиной. — М.: АСТ, 2014. — 653 с.
8. Лимитовский М. А. Инвестиционные проекты и реальные опционы на развивающихся рынках : учебно-практическое пособие. — 5-е изд., перераб. и доп. — М. : Юрайт, 2023. — 486 с.
9. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / Пер. с англ. Д. Раевской. — СПб.: Питер, 2004. — 512 с.
10. Найт Ф. Х. Риск, неопределённость и прибыль / Пер. с англ. М. Я. Каждана. — М.: Дело, 2003. — 360 с.
11. Саймон Г. А. Менеджмент в организациях / Пер. с англ. — М.: Экономика, 1995. — 337 с.
12. Талеб Н. Н. Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости / Пер. с англ. — 2-е изд., доп. — М.: КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2015. — 736 с.
13. Ansoff H. I. Corporate Strategy. — New York: McGraw-Hill, 1965. — 241 p.
14. Dixit A. K., Pindyck R. S. Investment under Uncertainty. — Princeton: Princeton University Press, 1994. — 468 p.
15. Kahneman D., Tversky A. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases // Science. — 1974. — Vol. 185, No. 4157. — P. 1124–1131.
16. Markowitz H. M. Portfolio Selection // The Journal of Finance. — 1952. — Vol. 7, No. 1. — P. 77–91.
17. Mintzberg H., Ahlstrand B., Lampel J. Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management. — New York: Free Press, 1998. — 406 p.
18. Rózsa A. Real Option as a Potential Link between Financial and Strategic Decision-making // Procedia Economics and Finance. — 2015. — Vol. 32. — P. 316–323.
19. Saltelli A., Tarantola S., Campolongo F., Ratto M. Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models. — Chichester: John Wiley & Sons, 2004. — 219 p.
20. Schoemaker P. Multiple Scenario Development: Its Conceptual and Behavioral Basis // Strategic Management Journal. — 1993. — Vol. 14 — P. 193–213.
21. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. — Cambridge, MA: MIT Press, 1996. — 427 p.
22. Trigeorgis L. Real Options Theory in Strategic Management // Strategic Management Journal. — 2017. — Vol. 38, No. 1. — P. 42–63.

Financial Modeling in the Architecture of Strategic Investment Management: A Systems Approach in the Face of Uncertainty

Svetlov M.S.

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)

JEL classification: D24, D20, D61, D80, D92, O11, O12, M20

This article examines the role of financial modeling in shaping the architecture of strategic investment management for organizations in the face of increasing uncertainty in the external and internal environments. It is shown that the traditional modeling approach, focused on calculating NPV, IRR, and payback periods for individual projects, poorly captures the systemic nature of investment decisions and their integration into a company's multilayered management structure. It is argued that the financial model should not be considered in isolation, but rather as an element of the strategic management architecture, defining a formalized framework for the relationship between goals, resources, risks, and mechanisms for adapting to changing conditions. The theoretical basis of the study is a systems approach to management, F. Knight's concept of risk and uncertainty, the principles of the theory of bounded rationality, as well as developments in the field of strategic and investment management. The article proposes to interpret a company's investment system as a set of interconnected subsystems (strategic, portfolio, project, and operational), within which financial models perform the functions of coordination, comparison of alternatives, and initiation of management decisions. Based on a systems analysis, a model of strategic investment management architecture is formulated that integrates financial modeling, risk management, and feedback mechanisms. Methodological recommendations are formulated for the inclusion of financial models in the contours of planning, monitoring, and review of investment strategy, as well as for the use of revision triggers and threshold indicators for uncertainty management. The practical significance of the study lies in the fact that the proposed approach allows for a transition from the fragmented application of models to

the construction of a holistic system of strategic investment analysis, which increases the sustainability and consistency of management decisions.

Keywords: strategic management; investment strategy; financial modeling; management architecture; systems approach; risk and uncertainty; revision triggers.

References

1. Federal Law of March 23, 2026, No. 60-FZ "On Investment Activity in the Russian Federation, Carried out in the Form of Capital Investments". Available at: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102058332&rdk=23
2. Federal Law of July 13, 2024, No. 177-FZ "On Strategic Planning in the Russian Federation". Available at: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102354386
3. Ansoff, I. New Corporate Strategy. Translated from English by S. Zhiltsov; edited by Yu. N. Kapturevsky. — St. Petersburg: Piter, 1999. — 416 p.
4. Brailey, R., Myers, S. Principles of Corporate Finance. from English by N. Baryshnikova. Moscow: Olimp-Business, 2008. 1008 p.
5. Vilensky P. L., Livshits V. N., Smolyak S. A. Evaluation of the Effectiveness of Investment Projects: Theory and Practice: a textbook. 4th ed., revised and enlarged. Moscow: Delo, 2008. 1104 p.
6. Damodaran A. Strategic Risk Management: Principles and Methods / Translated from English by O. L. Pelyavsky. Moscow: Williams, 2010. 496 p.
7. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow / Translated from English by A. Andreev, Yu. Deglina. Moscow: AST, 2014. 653 p.
8. Limitovsky M. A. Investment Projects and Real Options in Emerging Markets: a study guide. — 5th ed., revised and expanded. — Moscow: Yurait, 2023. — 486 p.
9. Mintzberg G. Structure in a Fist: Creating an Effective Organization / Translated from English by D. Raevskaya. — St. Petersburg: Piter, 2004. — 512 p.
10. Knight F. H. Risk, Uncertainty, and Profit / Translated from English by M. Ya. Kazhdan. — Moscow: Delo, 2003. — 360 p.
11. Simon G. A. Management in Organizations / Translated from English — Moscow: Economica, 1995. — 337 p.
12. Taleb N. N. The Black Swan. Under the Sign of Unpredictability / Translated from English by D. Raevskaya. — St. Petersburg: Piter, 2004. — 512 p. from English. — 2nd ed., suppl. — Moscow: KoLibri, Azbuka-Attikus, 2015. — 736 p.
13. Ansoff H. I. Corporate Strategy. — New York: McGraw-Hill, 1965. — 241 p.
14. Dixit A. K., Pindyck R. S. Investment under Uncertainty. — Princeton: Princeton University Press, 1994. — 468 p.
15. Kahneman D., Tversky A. Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases // Science. — 1974. — Vol. 185, No. 4157. — P. 1124–1131.
16. Markowitz H. M. Portfolio Selection // The Journal of Finance. - 1952. - Vol. 7, No. 1. - P. 77–91.
17. Mintzberg H., Ahlstrand B., Lampel J. Strategy Safari: A Guided Tour through the Wilds of Strategic Management. - New York: Free Press, 1998. - 406 p.
18. Rózsa A. Real Option as a Potential Link between Financial and Strategic Decision-making // Procedia Economics and Finance. — 2015. — Vol. 32. - P. 316–323.
19. Saltelli A., Tarantola S., Campolongo F., Ratto M. Sensitivity Analysis in Practice: A Guide to Assessing Scientific Models. - Chichester: John Wiley & Sons, 2004. - 219 p.
20. Schoemaker P. Multiple Scenario Development: Its Conceptual and Behavioral Basis // Strategic Management Journal. - 1993. - Vol. 14 - P. 193–213.
21. Trigeorgis L. Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation. - Cambridge, MA: MIT Press, 1996. - 427 p.
22. Trigeorgis L. Real Options Theory in Strategic Management // Strategic Management Journal. — 2017. — Vol. 38, No. 1. - P. 42–63.

Теоретические положения и идея таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, на основе сервисного (клиентоцентричного) подхода

Ибрагимов Ансар Камилевич
аспирант, Российская таможенная академия, ansaribragimov52@mail.ru

На основе анализа видения Всемирной торговой организации и Всемирной таможенной организации по вопросу предоставления услуг таможенными органами при перемещении товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, и стратегии Евразийского экономического союза в части внедрения принципов клиентоцентричности в деятельность таможенных органов, предложена идея экстраполяции зарубежного опыта и принципов клиентоцентричности, заложенных в федеральной программе «Государство для людей», в процессы таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: таможенная услуга, клиентоцентричность, интеллектуальная собственность, таможенный контроль.

Введение

Фундаментальные изменения в развитии таможенного администрирования в условия интенсивной цифровизации экономической среды направлены на обеспечение безопасности и содействие внешнеторговой деятельности и базируются на качественно новых подходах и инструментах, обеспечивающих их реализацию [1].

Таможенный контроль, являясь одной из ключевых, с точки зрения обеспечения национальной безопасности форм государственного контроля [2], выполняет две основные функции: с одной стороны, препятствование незаконному ввозу или вывозу товаров, с другой стороны, содействие внешнеторговому обороту государства.

Под незаконным ввозом и вывозом в данном случае понимается комплекс нарушений, заключающихся в недекларировании и сокрытии от таможенного контроля товаров, занижении таможенной стоимости и неуплате таможенных платежей, несоблюдении запретов и ограничений, а также нарушении прав на объекты интеллектуальной собственности.

Пресечение таможенными органами указанных нарушений возможно, прежде всего, за счет применения форм таможенного контроля, от эффективности которых зависит экономическая безопасность государства [3].

Содействие внешнеторговому обороту, с точки зрения участников внешнеэкономической деятельности, возможно при выполнении ряда условий:

1) предсказуемость применения форм таможенного контроля как важнейший элемент прогнозируемости перемещения товаров в рамках международных цепей поставок;

2) снижение временных затрат на проведение таможенного контроля с целью снижения логистических издержек участников внешнеэкономической деятельности;

3) единообразие применения форм таможенного контроля в независимости от таможенного органа.

Все эти положения актуальны и при перемещении товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности.

Решение данных двух, на первый взгляд, противоположных задач является одним из направлений экономической теории таможенного сервиса, которая становится теоретико-методологической основой предложения и обоснования возможных подходов к решению указанных задач. Инструментальной основой является – существующая платформа таможенного администрирования, развиваемая до уровня интеллектуальной [4].

Таможенный контроль товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности на современном этапе

Правовое регулирование таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, представляет разветвленную иерархическую систему, где нижестоящий уровень регулирования находится в строгом соответствии с вышестоящим и дополняет отдельными положениями незатронутые аспекты. Схема такого регулирования представлена на рис. 1.

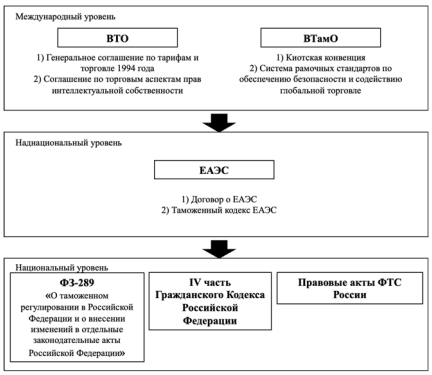


Рис. 1 Уровни правового регулирования таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности
Источник: разработано автором

Система правового регулирования товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, можно рассмотреть на трех базовых уровнях: международном, наднациональном и национальном.

Международный уровень представлен актами Всемирной торговой организации (ВТО) и Всемирной таможенной организации (ВТамО), как основополагающих международных организаций, призванных содействовать ускорению международной торговли.

К актам ВТО и ВТамО, которые направлены на определение контуров правового регулирования таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, в первую очередь можно отнести Генеральное соглашение по тарифам и торговле, Соглашение по торговым аспектам прав интеллектуальной собственности, Киотскую конвенцию и Систему рамочных стандартов по обеспечению безопасности и содействию глобальной торговле.

В основе вышеприведенных актов заложен принцип клиентоцентричности, как идеи, определяющей удовлетворение интересов клиента в качестве первостепенной задачи деятельности организаций или государственных органов [5].

Данный принцип реализован в актах ВТО и ВТамО через определение понятия клиента, чьи интересы должны быть удовлетворены при предоставлении государственных таможенных услуг. К таковым ВТО и ВТамО относят, прежде всего, организации-контрагенты (в том числе правообладатели), участвующие во всех этапах международных цепей поставок.

Проведенный сопоставительный анализ [6] позволяет сделать следующее заключение: общая концепция приведенных выше конвенций и соглашений сводится к снижению экономических издержек для добросовестных организаций-контрагентов при трансграничном перемещении товаров за счет упрощения совершения таможенных операций и применения системы управления рисками при осуществлении таможенного контроля для выявления поставок с возможными нарушениями законодательства.

Анализ мировых практик таможенного администрирования позволил ВТО и ВТамО определить наиболее эффективные инструменты для реализации вышеприведенной концепции по снижению экономических издержек для организаций-контрагентов и повышению эффективности таможенного контроля: регламентация комплекса услуг, предоставляемых таможенными органами, и оперативная оценка качества предоставляемых услуг [7].

Одной из особенностей международных экономических отношений на современном этапе является создание и функционирование интеграционных объединений в различной форме (от преференциальных зон до экономических союзов) [8].

Российская Федерация является участником различных интеграционных объединений и торгово-экономических блоков, однако одним из наиболее приоритетных на сегодняшней день является ее участие в Евразийском экономическом союзе.

Целью создания ЕАЭС является всесторонняя модернизация, кооперация и повышение конкурентоспособности национальных экономик и создание условий для стабильного развития в интересах повышения жизненного уровня населения государств-членов [9].

Решением Высшего Евразийского экономического совета от 11 декабря 2020 года № 12 определены стратегические направления развития ЕАЭС до 2025 года и раскрыты конкретные механизмы и мероприятия по реализации Декларации о дальнейшем развитии интеграционных процессов в рамках ЕАЭС (далее – Стратегия ЕАЭС) [10].

Согласно Стратегии ЕАЭС одной из основных целей, поставленных перед интеграционным объединением на указанный период, является переход на качественно более высокий уровень таможенного регулирования и администрирования.

Так, в Стратегии ЕАЭС цель по переходу на качественно более высокий уровень таможенного регулирования и администрирования должна быть достигнута в соответствии с наиболее успешным международным опытом по внедрению сервисного (клиентоцентричного) подхода в деятельность таможенных органов.

Видение государств-членов ЕАЭС по внедрению сервисного (клиентоцентричного) подхода в деятельность таможенных органов в части осуществления таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, представлено на рис. 2.

Рис. 2. Видение государств-членов ЕАЭС по внедрению сервисного (клиентоцентричного) подхода в деятельность таможенных органов
Источник: сайт Евразийской экономической комиссии [11]

Вместе с тем основополагающими нормативными актами ЕАЭС (Таможенный кодекс ЕАЭС и Договор о ЕАЭС) за таможенными органами закреплен перечень функций, который таможенные органы в пределах своей компетенции выполняют в целях реализации возложенных на них задач.

Однако с точки зрения сервисного (клиентоцентричного) подхода целесообразным является переход от исполнения функций к предоставлению услуг.

В отличие от функции, в контексте официальных материалов, услугу можно трактовать как действие органа исполнительной власти, осуществляемое в контакте с конкретным гражданином (юридическим лицом, организацией), которые чаще всего сами обращаются в соответствующий орган по поводу реализации своих законных прав и обязанностей [12].

На национальном уровне регулирования совершения таможенных операций и осуществления таможенного контроля разработаны отдельные акты, в соответствии с которыми реализуется трансформация системы государственного администрирования в целом и таможенного администрирования в частности на принципах клиентоцентричности.

Распоряжением Правительства от 06.10.2021 г. № 2816-р утвержден перечень инициатив экономического развития Российской Федерации до 2030 года, среди которых одним из наиболее значимых является Федеральный проект «Государство для людей» [13].

В соответствии с указанным проектом, определен профиль клиента, стандарты клиентоцентричности, а также система оперативного мониторинга за качеством предоставления услуг (рис. 3).

Рис. 3. Идея реализации клиентоцентричного подхода в Федеральной программе «Государство для людей»
Источник: разработано автором

В соответствии с представленной схемой можно выделить ряд принципов внедрения сервисного (клиентоцентричного) подхода в систему государственного администрирования:

1) выделение в качестве клиентов, которым предоставляется услуга, как бизнес, так и граждан;

2) выделение внутреннего клиента с целью создания комфортных условий труда должностным лица, что является необходимым условием непрерывного повышения качества предоставления государственных услуг;

3) регламентация предоставления государственных услуг посредством системы стандартов;

4) внедрение системы оперативного мониторинга, необходимой для внесения изменений в процедуры предоставления услуг.

Стоит отметить, что федеральная программа «Государство для людей» носит концептуальный характер в рамках Российской Федерации и не учитывает отдельные особенности предоставления услуг в зависимости от сферы предоставления или уполномоченного органа (в том числе в области таможенного администрирования).

Идея таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, на основе сервисного (клиентоцентричного) подхода

На основе проведенного сопоставительного анализа зарубежных практик, решений, идей, реализуемых в рамках федеральной программы «Государство для людей» и специфики таможенного контроля (табл.1), разработана сервисная концепция таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности рис. 4.

Таблица 1
Результаты сопоставительного анализа зарубежных практик, решений, идей, реализуемых в рамках федеральной программы «Государство для людей» и специфики таможенного контроля)

Уровневое представление видения, идеи	Видение Всемирной торговой организации и Всемирной таможенной организации	Видение государств-членов ЕАЭС	Идея, реализуемая в федеральной программе «Государство для людей»	Реализуемая сервисная концепция деятельности таможенных органов	Предлагаемая идея таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности
Концептуальный (реализуемые принципы)	Выборочность объектов таможенного контроля	Таможенный контроль после выпуска товаров	Формирование эмпатичной, участной и понятной коммуникации государства с человеком	Формирование качественно новой, «умной») таможенной службы	Идея разработки адаптивной модели механизма управления качеством государственной таможенной услуги
Методологический	Клиентоцентричный подход	Традиционный (бюрократический) подход	Клиентоцентричный подход	Сервисный (клиентоцентричный) подход	Сервисный (клиентоцентричный) и когнитивный подходы
Организационный	Регламентация предоставляемых таможенными органами услуг	Нормативно-правовое регулирование трансграничного перемещения товаров	Регламентация предоставляемых государственных услуг	Цифровизация и автоматизация деятельности таможенных органов	Внедрение организационно-экономический механизма управления качеством предоставляемых таможенных услуг
Инструментально-технологический	«Единое окно» и «модель данных»	Элементы «единого окна»	«Единое окно»	Элементы «единого окна»	Создание системы административных регламентов по предоставлению таможенных услуг в области защиты интеллектуальной собственности
Система показателей оценки качества	Оценка качества предоставляемых таможенными органами услуг на основе информации от получателей услуг	Система показателей результативности деятельности, показателей эффективности и индикативных показателей таможенных органов	Мониторинг услуг и обратная связь	Система показателей результативности деятельности, показателей эффективности и индикативных показателей таможенных органов	Подсистема мониторинга и подсистема оперативной оценки качества предоставляемых услуг

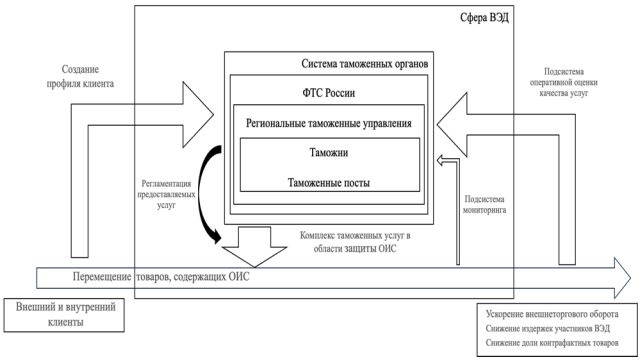


Рис. 4 Сервисная концепция таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности
Источник: разработано автором

Для экстраполяции федеральной программы «Государство для людей» в сферу таможенного администрирования вышеуказанные принципы внедрения сервисного (клиентоцентричного) подхода необходимо рассмотреть с точки зрения таможенного регулирования внешнеторговой деятельности, реализуемого посредством совершения таможенных операций и осуществления таможенного контроля.

С точки зрения идентификации клиента: принцип выделения в качестве обособленных клиентов отдельных граждан и представителей бизнеса является актуальным и при осуществлении таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности.

Гражданин, как потребитель услуги, заинтересован в приобретении оригинальных и безопасных ввозимых товаров, в связи с чем существует запрос на повышение эффективности таможенного контроля с целью пресечения ввоза контрафактных товаров.

При выделении бизнеса как обособленного потребителя услуг требуется дополнительная детализация, так как при осуществлении таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, участвуют конкретные представители бизнеса, учет особенностей которых позволит адаптировать предоставление услуг под конкретные задачи.

Необходимо отметить, что предоставление государственной услуги в своей сущности обладает двойственной природой: с одной стороны удовлетворение потребностей бизнеса и граждан, с другой обеспечение национальной безопасности, которое может проявляться в различных аспектах в зависимости от сферы предоставления услуг.

Заинтересованность государства в данном случае заключается в необходимости создания правового режима наибольшего благоприятствования предпринимательской деятельности, в рамках которого все заинтересованные лица уверены в возможности защиты своих прав, в том числе и в сфере интеллектуальной собственности [14].

Таким образом, первой особенностью внедрения сервисного (клиентоцентричного) подхода в части осуществления таможенного контроля будет являться выделение клиентов не свойственных для других сфер государственного администрирования.

Принцип в соответствии, с которым в качестве особого клиента выделяется внутренний клиент, также предполагает ряд особенностей, которые должны быть учтены для совершенствования таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности.

Так, помимо создания комфортных условий труда, важным условием повышения эффективности проведения таможенного контроля является разработка методических инструкций для должностных лиц, которые включали бы критерии отнесения товаров к контрафактным, а также порядок действий при выявлении товаров, содержащих признаки контрафактности.

Принципы стандартизации и создания системы оперативного мониторинга являются ключевыми при внедрении сервисного (клиентоцентричного) подхода как в таможенное администрирование в целом, так и в таможенный контроль товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности в частности.

Одним из способов стандартизации предоставляемых государственных услуг является разработка административных регламентов, закрепляющих права клиента, сроки предоставления услуг и описание конечного результата.

Однако разработка административных регламентов предполагает выделение и нормативное закрепление конкретных видов услуг, предоставляемых таможенными органами, в связи с чем необходимо предложение классификации услуг, предоставляемых таможенными органами при перемещении товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности и их теоретическое обоснование [15].

Принцип, в соответствии с которым требуется создание системы оперативного мониторинга, в таможенных органах целесообразно реализовать посредством разработки системы показателей, которые позволили ли бы всесторонне и объективно оценить качество услуг, предоставляемых таможенными органами.

При этом такие показатели должны учитывать, как конкретные параметры важные для государства (например, количество выявленных контрафактных товаров), так и субъективные оценки внешних клиентов (степень удовлетворенности предоставленной услугой).

Таким образом, на основании проведенного анализа теоретических положений таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, принципов, заложенных в федеральной программе «Государство для людей» с учетом особенностей таможенного администрирования, отраженных в видении ВТО и ВТамО, предложена идея таможенного контроля перемещения товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, на основе сервисного (клиентоцентричного) подхода.

Отличительной особенностью данной идеи является переход таможенных органов от реализации функций в процессе таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, к предоставлению комплекса услуг, их дальнейшая регламентация посредством внедрения системы административных регламентов, а также создание подсистем мониторинга и оперативной оценки качества таможенных услуг.

Данная идея потенциально обладает рядом положительных эффектов для внешнеторговой деятельности товарами, содержащими объекты интеллектуальной собственности, среди которых ускорение внешнеторгового оборота такими товарами, снижение издержек для участников внешнеэкономической деятельности, а также снижение доли контрафактных товаров, поступающих на внутренний рынок.

Заключение

В заключении необходимо подчеркнуть, что регулирование таможенного контроля товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности, является многоуровневым процессом, в котором нижестоящий уровень регулирования дополняет и уточняет положения предыдущего уровня.

Концептуальное видение международных организаций в сфере международной торговли ВТО и ВТамО заключается в необходимости внедрения сервисного (клиентоцентричного) подхода в деятельность таможенных органов, где главным приоритетом являются потребности клиента.

На наднациональном и национальном уровнях данная идея получила развитие в части разработки стратегических программ по переходу таможенных органов на новые принципы совершения таможенных операций и осуществления таможенного контроля, что в конечном итоге будет способствовать ускорению внешнеторгового оборота, заинтересованности в добросовестном предпринимательстве, а также социально-экономическому росту государства в целом.

Инструментом достижения указанных целей может стать разработка организационно-экономического механизма повышения качества государственных таможенных услуг в области защиты интеллектуальной собственности.

Литература

1. Бойкова М.В., Макрусев В.В., Новиков В.Е. Концептуальные и проблемные аспекты развития теории экономики таможенного сервиса // Вестник Российской таможенной академии – 2023. – № 4 (545). – С. 9-22.
2. Агамаомедова С.А. Принципы таможенного контроля как вида государственного контроля // Вестник Российской таможенной академии – 2017. – № 1. С. 82-88.
3. Макрусев В.В., Бойкова М.В., Любкина Е.О. Управление таможенным делом: Учебник / (1-е изд.) М.: изд-во ЮРАЙТ, 2024. 547 с.
4. Бойкова М.В., Макрусев В.В., Новиков В.Е. Сфера государственных таможенных услуг как сервисная экономико-управленческая система: концептуальные идеи и проблемы исследования // Экономический анализ: теория и практика. 2024. Т. 23. № 10 (553). С. 1836-1859.
5. Бойкова М.В., Муратов Р.А., Кушнир А.С. Идея клиентоцентричности в системе таможенного администрирования на этапе инновационного развития // Вестник Российской таможенной академии – 2023. – № 3. С. 141-152.
6. Андреев А.Ф., Макрусев В.В. Основы теории управления. Курс лекций / Москва, РИО РТА, 2009.
7. Ибрагимов А.К. Зарубежный опыт защиты интеллектуальной собственности, осуществляемой в форме таможенного контроля // Экономика, предпринимательство и право. – 2026. – Том 16. – № 1.
8. Шкваря Л.В. Региональная экономическая интеграция в Евразийский экономический союз: теория, уроки прошлого и новые возможности. Управление. 2023;11(2):95-102.
9. Официальный сайт Евразийского экономического союза [Электронный ресурс] URL: https://www.eaeunion.org (дата обращения: 30.12.2025).
10. Решение Высшего Евразийского экономического совета от 11.12.2020 г. № 12 «О Стратегических направлениях развития евразийской экономической интеграции до 2025 года» [Электронный ресурс] URL: https://docs.eaeunion.org/documents/368/5597
11. Стратегические направления развития евразийской экономической интеграции до 2025 года [Электронный ресурс] URL: https://eec.eaeunion.org/comission/department/dep_razv_integr/strategicheskie-napravleniya-razvitiya.php (дата обращения: 31.12.2025).
12. Бойкова М.В. Зарубежный опыт таможенного администрирования // М.В. Бойкова; под общ. ред. В.В. Макрусева. М.: Рио Российской таможенной академии, 2017. 130 с.
13. Распоряжениие Правительства от 06.10.2021 г. № 2816-р // «СПС Консультант Плюс».
14. Ибрагимов А.К. Продуктивная модель и актуальные проблемы предоставления государственной таможенной услуги при перемещении товаров, содержащих объекты интеллектуальной собственности // Экономические науки 2024. №8 (237). С. 9-17.
15. Ибрагимов А.К. Классификация и показатели качества государственных таможенных услуг по защите прав на объекты интеллектуальной собственности // Экономика предпринимательство и право 2025. №3 (15). С. 1331-1344.

Theoretical Provisions and the Idea of Customs Control over the Movement of Goods Containing Objects of Intellectual Property, Based on a Service (Customer-Centric) Approach

Ibragimov A.K.
Russian Customs Academy

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

Based on an analysis of the views of the World Trade Organization (WTO) and the World Customs Organization (WCO) regarding the provision of services by customs authorities in the movement of goods containing objects of intellectual property, as well as the strategy of the Eurasian Economic Union (EAEU) concerning the implementation of customer-centric principles in the activities of customs authorities, the author proposes the idea of extrapolating foreign experience and customer-centric principles embedded in the federal programme «Government for People» into the processes of customs control of goods containing objects of intellectual property.

Keywords: customs service, customer centricity, intellectual property, customs control.

References

1. Boykova, M. V., Makrusev, V. V., Novikov, V. E. «Conceptual and Problematic Aspects of the Development of the Theory of Customs Service Economics» // Bulletin of the Russian Customs Academy, 2023, No. 4 (545), pp. 9–22.
2. Agamomedova, S. A. «Principles of Customs Control as a Type of State Control» // Bulletin of the Russian Customs Academy, 2017, No. 1, pp. 82–88.
3. Makrusev, V. V., Boykova, M. V., Lyubkina, E. O. «Customs Management: Textbook» (1st ed.). Moscow: YURAYT Publishing House, 2024. 547 p.
4. Boykova, M. V., Makrusev, V. V., Novikov, V. E. «The Sphere of State Customs Services as a Service Economic and Management System: Conceptual Ideas and Research Problems» // Economic Analysis: Theory and Practice, 2024, Vol. 23, No. 10 (553), pp. 1836–1859.
5. Boykova, M. V., Muratov, R. A., Kushnir, A. S. «The Idea of Client-Centricity in the Customs Administration System at the Stage of Innovative Development» // Bulletin of the Russian Customs Academy, 2023, No. 3, pp. 141–152.

Структура организации и особенности управления автомобильной промышленности в Российской Империи: исторические уроки, закономерности функционирования и особенности развития

Меренков Артем Олегович
к.э.н., доцент, доцент кафедры логистики и транспортно-технологических систем, Государственный университет управления (ГУУ), artem-merenkov@yandex.ru,

Степанов Алексей Алексеевич
д.э.н., проф., профессор кафедры логистики и транспортно-технологических систем, Государственный университет управления (ГУУ), salex128@yandex.ru

Актуальность исследования обусловлена той стратегической важностью, которую играет автомобильная промышленность в экономике любого государства. Россия имеет богатый опыт развития и серьезные заделы в данной отрасли. В конце 19 века Россия как и другие страны вступила на путь автомобилизации. За этот период были организованы первые автомобильные кластеры, создан фундамент инженерной подготовки, суверенные опытно-конструкторские наработки и подходы к организации производства. Авторами проведен анализ исторических уроков организации автопрома в России, определены закономерности в периоде между 1896-1917 годом, определены особенности развития.

Ключевые слова: автомобилестроение, инжиниринг производства, производственная цепочка, жизненный цикл изделия, система организации производства.

Введение

Автомобилестроение является одной из ключевых отраслей экономики любого государства. Её роль и место определяется взаимосвязью с широкой номенклатурой смежных отраслей народного хозяйства (химия, машиностроение, энергетика, транспорт, электронная промышленность и другие). Автомобилестроение является необходимым условием формирования промышленного потенциала государства, что особенно важно в контексте обеспечения технологического суверенитета [1-3]. Таким образом, задача развития автомобильной промышленности – неотъемлемая частью промышленной политики государства на различных этапах его развития, что определяет актуальность представленного исследования.

Авторами представлен анализ опыта организации производства в автомобилестроении в периоде с 1896 по 1917 годы. Задачи исследования связаны с анализом подходов к управлению отраслью на различных исторических этапах, формированию описательной модели сильных и слабых сторон, выделении проблемных вопросов.

Методы и материалы

В качестве методов исследования в процессе исследования использовался следующий инструментарий:

1. Историко-хронологический метод. Позволил проследить эволюцию автомобильной промышленности России на выбранном историческом этапе, определить ключевые событий и факторы, принципы определяющие развития отрасли.
2. Ретроспективный анализ. Применен для диагностики истоков современных проблем и национальных особенностей развития отрасли.

Основная часть

Развитие автомобильной промышленности в истории России характеризуется как сложный процесс, что отражает те политические, социальные, экономические трансформации, которые происходили в стране на протяжении более чем ста лет. В том числе, на этой пути встречаются подъемы и спады, новые открытия, заимствования технологий, расширение производства и деиндустриализация [4-5]. Отметим, что мощный импульс был заложен реформами Петра I, политика которого способствовала импорту человеческого капитала, технологий, формированию отечественной инженерной базы в целом. В том числе, стоит выделить «покровительственные тарифы», которые способствовали открытию границ для импорта иностранных товаров, в том числе продукции автомобилестроения. Вторым важным шагом, способствующей стимулированию индустриализации стала увеличение человеческого капитала путем отмены крепостного права в 1861 году.

Постепенно начинает формироваться ландшафт отечественной автомобильной промышленности, насчитывающей на пике 19 автопроизводителей в Москве, Санкт-Петербурге, Риге, Ростове-на-Дону, Ярославле и Варшаве. Заметим, что в это время формируются характерные черты, предопределившие характер развития отрасли в России. В частности, на заре развития, отрицательное влияние на индустрию оказывает подход, при котором отечественные промышленники предпочитали производить небольшое число единиц продукции с высокой надбавкой, вместо расширения объемов производства, увеличение объема выпускаемой продукции и снижения цены [6].

Кроме того, «базовой настройкой» отечественного автомобилестроения является развитие при поддержке государства. Многие производители напрямую работали для нужд армии и флота, участвовали в гособоронзаказе (например, Руссо-Балтийский завод, Фабрика Фрезе, завод Лесснера,Гарфорд-Путилов).

Другим фактором, оказывающим влияние на производство, стали недофинансирование, в том числе по причине низкой субсидированности банковскими структурами, что как следствие вызвало недостаток оборотного капитала и ограничения в развитии производства. Также стоит упомянуть географические условия, а именно сложности в логистике, удаленность городов, холодный климат, весеннюю и осенние распутицы, непригодность дорог (в следствие отсутствия дорог с твердым

покрытием. Последний фактор на заре автомобилестроения делал нерентабельной эксплуатацию подвижного состава.

Тем не менее, в конце 19 века Россия пережила подлинный бум промышленного производства, вышла на 1 место в мире по концентрации промышленности, в том числе в таких важных для автомобилестроения отраслях как металлургия, добыча угля и других. Ускоренному развитию способствовала догоняющая модель развития. Нужно понимать, что в Европе и США уже завершились эксперименты по созданию автомобиля, была сформирована типовая архитектура, определен состав компонентной базы, а также начато массовое производство техники). Заметим, что важную роль в развитии автомобильной промышленности и формировании первых автомобильных кластеров играли государственные заказы. В частности, рижский Руссо-Балтийский завод совместно с Ижорским заводом (занимался бронированием) занимался созданием шасси для вооружения Императорской армии. Фабрика Фрезе в 1902 году производила линейку штабных автомобилей на основе конструкции французской марки Де Дион Бутон [7]. Завод Лесснер был связан с производством коммерческой техники, которые нашли свое применение в армии и использовались для перевозки почты. В городе Санкт-Петербург на совместном заводе «Гарфорд-Путилов» производились тяжелые бронеавтомобили. Так в период с 1915-1916 года были выпущены 48 единиц техники. Автомобили данной марки участвовали в Первой мировой войне и в Гражданской войне. Заметим, что именно во время Первой мировой войны при главном военно-промышленном комитете был создан автомобильный подотдел, курирующий производство автомобилей для обеспечения нужд армии автомобильным транспортом.

Таким образом, данный период в том числе характеризуется становлением и активным формированием первых автомобильных кластеров. Так, среди промышленных центров концентрации автомобилестроения можно выделить следующие регионы:

1. Санкт-Петербургский кластер

Являлся главным центром зарождающейся индустрии. Именно тут было сконцентрировано набольшее количество предприятий, в том числе упомянутый раньше Лесснер, Путиловский завод, а также одна из производственных площадок РБВЗ

2. Московский кластер, второй по важности центр автомобилестроения:

- Фабрика А.М. Пузырева – частное производство, начавшееся с выпуска цельнометаллических кузовов, а также известное разработкой собственных двигателей. Продукция предназначалась как для гражданского, так и военного сектора
- Фабрика К.П. Шапошникова - производство из импортных машинокомплектов, а также собственное производство отдельных узлов и агрегатов.

В целом, московский кластер был в большей степени ориентирован на частные заказы, а также мелкосерийное производство.

3. Прочие регионы.

Также были сформированы ряд центров, которые вносили ограниченный вклад в объемы производства. Тем не менее в них была заложена инженерная база, которая в последствии позволила организовать полноценное производство.

- Нижегородский район — небольшая мастерская братьев Кирпичниковых, собиравшая автомобили из импортных частей.
- Рига — латвийские производители, тесно интегрированные с петербургскими предприятиями, поставлявшие комплектующие и узлы.
- Ярославль — начинающие мастерские, ориентированные на ремонт и незначительную сборку авто.

Заключение

Стоит отметить, что сформированные на данном историческом периоде региональные центры имели важное значение, в том числе способствовали первоначальному накоплению опыта в сфере автомобилестроения, по сути была подготовлена почва для последующего развития автомобильной промышленности в советский период. Вместе с тем, все более очевидной становилась потребность в создании целой индустрии для нужд армии, а также народного хозяйства [8].

Кроме того, стоит отметить, что в целом уровень организации между региональными центрами был низкий, что не позволяет говорить о формировании единой системы организации производства. Большинство предприятий функционировали обособленно (в том числе представляя независимые юридические лица, находившиеся в частной собственности различных предпринимателей), слабо взаимодействуя в рамках производственных цепочек. Подобная фрагментация препятствовала развитию национальной автомобильной промышленности, повышая зависимость от импорта из-за рубежа. Данная тенденция сохраняется до сих пор. Фактически ситуация была идентичной настоящему моменту. Кроме того, низкая интеграция, а также слабая поддержка государства привели к сокращению ряда предприятий после революции 1917 года.

Литература

1. Шукуров, Н. Р. Перспективные направления развития автомобильной промышленности / Н. Р. Шукуров, Г. М. Мухамадиев, З. Х. Абиджанов // Молодой ученый. – 2020. – № 13(303). – С. 267-271. – EDN QJJKJX.
2. Михайлин, Н. В. Комплексный подход к оценке уровня импортозамещения в автомобильной промышленности с учётом национальных приоритетов / Н. В. Михайлин // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № S1. – EDN XUMULQ.
3. Балабин, И. В. О возрождении и развитии отечественной автомобильной промышленности / И. В. Балабин // Автомобильная промышленность. – 2022. – № 11. – С. 38-39. – EDN RVWYXZ.
4. Становление легковой автомобильной промышленности КНР и конкурентная борьба на мировом рынке / А. А. Воронцов, М. А. Перепятько, А. Ш. Сафиулин [и др.] // Международный бизнес: новые вызовы и горизонты : Сборник студенческих трудов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Русайнс", 2024. – С. 243-250. – EDN AFNQXB.
5. Ашмарина, С. И. Зарубежные организации в цепочках создания стоимости российской автомобильной промышленности / С. И. Ашмарина, Е. А. Кандрашина, Д. В. Алешкова // Инновационное развитие экономики. – 2018. – № 5(47). – С. 15-19. – EDN VMQGRW.
6. Рогожкина, Н. В. Функционирование и тенденции развития российских предприятий автомобильной промышленности в условиях конкуренции / Н. В. Рогожкина // Автомобильная промышленность. – 2007. – № 6. – С. 1-2. – EDN OOIUGR.
7. Федосов, Ю. А. Особенности управления процессом импортозамещения в автомобильной промышленности России / Ю. А. Федосов // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2025. – Т. 1. – С. 816-821. – EDN NHUPGE.
8. Меренков, А. О. Обеспечение технологического суверенитета в автомобильной промышленности России: проблемные вопросы и сценарии развития / А. О. Меренков // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 1. – С. 285-288. – EDN LVMZRQ.

The structure of the organization and management features of the automotive industry in the Russian empire: historical lessons, patterns of functioning and features of development

Merenkov A.O., Stepanov A.A.
State University of Management (SUM)

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

The relevance of the study is due to the strategic importance that the automotive industry plays in the economy of any state. Russia has extensive development experience and serious reserves in this industry. At the end of the 19th century, Russia, like other countries, embarked on the path of motorization. During this period, the first automotive clusters were organized, the foundation of engineering training, sovereign development work and approaches to the organization of production were created. The authors analyzed the historical lessons of the organization of the automotive industry in Russia, identified patterns in the period between 1896-1917, and identified development features.

Keywords: automotive industry, production engineering, production chain, product lifecycle, production management system.

References

1. Shukurov, N. R. Promising directions for the development of the automotive industry / N. R. Shukurov, G. M. Mukhamadiev, Z. H. Abidzhanov // Young Scientist. – 2020. – № 13(303). – Pp. 267-271. – EDN QJJKJX.
2. Mikhailin, N. V. An integrated approach to assessing the level of import substitution in the automotive industry, taking into account national priorities / N. V. Mikhailin // Bulletin of Eurasian Science. – 2025. – Vol. 17, No. S1. – EDN XUMULQ.
3. Balabin, I. V. On the revival and development of the domestic automotive industry / I. V. Balabin // Automotive industry. - 2022. – No. 11. – pp. 38-39. – EDN RVWYXZ.
4. The formation of the Chinese passenger car industry and competition in the global market / A. A. Vorontsov, M. A. Perepyatko, A. S. Safiulin [and others] // International business: new challenges and horizons : A collection of student papers. – Moscow : Rusains Limited Liability Company, 2024. – pp. 243-250. – EDN AFNQXB.
5. Ashmarina, S. I. Foreign organizations in the value chains of the Russian automotive industry / S. I. Ashmarina, E. A. Kandrashina, D. V. Aleshkova // Innovative economic development. – 2018. – № 5(47). – Pp. 15-19. – EDN VMQGRW.
6. Rogozhkina, N. V. Functioning and development trends of Russian automotive industry enterprises in competitive conditions / N. V. Rogozhkina // Automotive industry. – 2007. – No. 6. – PP. 1-2. – EDN OOIUGR.
7. Fedosov, Yu. A. Features of managing the process of import substitution in the automotive industry of Russia / Yu. A. Fedosov // Scientific, technical and economic cooperation of the Asia-Pacific countries in the 21st century. – 2025. – Vol. 1. – pp. 816-821. – EDN NHUPGE.
8. Merenkov, A. O. Ensuring technological sovereignty in the Russian automotive industry: problematic issues and development scenarios / A. O. Merenkov // Innovations and Investments. – 2023. – No. 1. – pp. 285-288. – EDN LVMZRQ.

Особенности организации автомобильной промышленности в Советском Союзе

Меренков Артем Олегович
к.э.н., доцент, доцент кафедры логистики и транспортно-технологических систем, Государственный университет управления (ГУУ), artem-merenkov@yandex.ru,

Степанов Алексей Алексеевич
д.э.н., проф., профессор кафедры логистики и транспортно-технологических систем, Государственный университет управления (ГУУ), salex128@yandex.ru

Статья посвящена комплексному анализу опыта Советского Союза в сфере организации производства в автомобилестроении. Определены ключевые элементы структуры организации отрасли, проведена историческая ретроспектива управленческих шагов формирования промышленной политики при переходе от серийного к массовому производству. В качестве ключевых факторов авторами в том числе, выделяется: выделение автомобильной промышленности в отдельную отрасль, создание научно-технической и компонентной базы, развитие отраслевой науки. При этом была сформирована вертикально-интегрированная система управления, охватывающая все стадии жизненного цикла автомобильной техники.
Ключевые слова: автомобилестроение, инжиниринг производства, производственная цепочка, жизненный цикл изделия, система организации производства, промышленная политика.

Введение

В начале XX века перед Советским государством возник целый ряд вызовов в части развития народного хозяйства. Фактически предстояло сформировать промышленную политику страны, определить векторы развития стратегически важных отраслей. В число приоритетных входила и автомобильная промышленность, как сфера интегрирующая различные секторы экономики. При этом, предстояло разумно воспользоваться заделом, который был сформирован: появление автомобильных предприятий, возникновение технологий, инженерная база. При этом основным вызовом стала трансформация от мелкосерийного производства к массовому выпуску тысяч единиц техники. Для этого предстояло сформировать комплексную систему управления промышленностью от НИОКР до производства и утилизации техники.

Методы и материалы

В качестве методов исследования в процессе исследования использовался следующий инструментарий:

3. Ретроспективный анализ. Применен для диагностики истоков современных проблем и национальных особенностей развития отрасли.
4. Системный анализ. Позволил рассматривать автомобильную промышленность как целостную систему, состоящую из взаимосвязанных подсистем (производство, сервис, продажи, компоненты и т.д.).

Основная часть

С точки зрения организации автомобильной промышленности, советский период характеризуется системным и комплексным подходом к развитию отрасли при участии государства. Притом процесс организации отрасли происходил по целому ряду направлений: государственное управление отраслью, НИОКР, формирование кластеров и развитие производств, логистическое обслуживание отрасли, подготовка кадров. Подобный подход можно назвать комплексным.

Для формирования индустрии и развития производств кроме системы управления советское государство эффективно применяло экономические механизмы для формирования стратегических проектов развития. На практике подход представлял собой многоуровневую систему планового регулирования, а также административных методов управления на основе централизованного распределения ресурсов [1-3]. Подобные механизмы основывались на модели «экономики предложения», концепции опережающего развития инфраструктуры, производства с целью создания и формирования спроса, а не ориентации на существующий уровень потребления.

В 1919-1920 годах в подотделе автомобильной промышленности главного военно-промышленного комитета СССР действовало бюро автомобильной промышленности. Тут стоит отметить некую преемственность с царской Россией, ведь во многом развитие автомобилестроение шло в контексте обеспечения обороноспособности страны. В целом, автомобильная промышленность была составным элементом военно-промышленного (ВПК) как СССР, так и Российской Федерации. В 1921 году отрасль контролировало главное управление государственных автозаводов при главном управлении металлургической промышленности ВСНХ. С 1921 по 1025 года Глававтозав был преобразован в Центральное управление государственных автомобильных заводов ВСНХ СССР, что предполагает необходимость координации производств по всей стране в рамках единого контура планирование. То есть фактически речь идет о переходе к системному развитию индустрии. В 1937 году появляется профильное Управление автомобильной промышленностью в составе Народного комиссариата машиностроения СССР. В 1939 году

После 1921 г. до 1925 г. Глававтозав был преобразован в ЦУГАЗ: Центральное управление государственных автомобильных заводов Главного управления металлической промышленности ВСНХ СССР. В последующие годы шло преобразования структурный подразделений Народного комиссариата машиностроения, пока в 1946 году было сформировано Министерство автомобильной промышленности СССР. В период с 1947 по 1953 года в составе Министерства автомобильной промышленности СССР возникает главное управление автомобильный и автосборочных заводов, а в 1947 году Министерство преобразовано в «Министерство автомобильной и тракторной промышленности СССР». В 50-50-ые годы также проходит череда трансформаций, так в 1957 году большинство отраслевых, промышленный министерств упраздняется в

пользу региональных экономических советов, тогда как в 1965 году вводится новая структура министерств. После политики децентрализации возникает потребность в повышении эффективности производств, традиционно это достигается за счет единой административной структуры. База данной структуры-организация взаимодействия в рамках одного предприятий крупного производителя и его смежников. Задача подхода в обеспечении согласованности производственных программ взаимодействующих организаций, а также оптимизация ресурсов при повышении эффективности работы [4-5].

Развитие производство шло по пути формированной индустриализации через создания сети базовых предприятий, включая сеть смежников, планирование логистического обслуживания отрасли. Первыми производственными площадками стали АМО, в последствии ЗИЛ, который первоначальное запустил производства по сборке грузовиков по лицензии американской фирма Автокар. Второй площадкой стал Горьковский автомобильный завод (ГАЗ). Основным технологическим донором стал американский Форд мотор компании. Здание завода было построено в 1932 году. Архитектура завода была разработана авторским коллективом во главе с Альбертом Каном, работавшим в то время в Советском Союзе в рамках эксклюзивного договора между его авторским бюро и СССР. Первой моделью, выпущенной на конвейере, стала ГАЗ А («полуторка»), разработанная на базе Форд модель А. Таким образом, уже к концу первой десятилетки индустриализации, к 1938 году СССР занял первое место в Европе и второе место в мире по производству грузовиков. Вместе с тем в 1920 году был учрежден НАМИ, как центр развития инженерной мысли в области автомобилестроения, в том числе проведения фундаментальных и прикладных исследований в области теории автомобиля, проектирование опытных образцов техники, испытание и сертификация автомобилей, подготовка и переподготовка инженерных кадров для автомобильной сферы. Также формируется сеть профильных ВУЗов для подготовки кадров для новой отрасли, в том числе:

- Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (МГТУ)
- Московский автомобильно-дорожный институт (МАДИ)
- Ленинградский политехнический институт (ныне СПбПУ Петра Великого)
- Харьковский автодорожный институт (ХАДИ)
- Горьковский политехнический институт (ныне Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева)

Во время Великой отечественной войны значительная часть предприятий была эвакуирована и переориентирована на военные нужды. Во многом этому способствовала модульная архитектура заводов, которая не была ориентирована на конкретное производство, часть заводов могла быть разобрана по аналогии с конструктором и воссоздана на новом месте.

Послевоенное восстановление привело к росту экономики, в том числе к росту производству, а также необходимости насыщения рынка продукцией гражданского назначения. Шестидесятые и восьмидесятые можно назвать золотым периодом советского автопрома [6-7]. По лицензии итальянского ФИАТ в Тольятти строится новое производство легковых автомобилей «Жигули», в Набережных челнах создается новое производство грузовой техники, Камаз. В это время формируется полный спектр автомобильной техники, включая легковой сегмент, грузовые автомобили и автобусы. Объемы производства (свыше 2 миллионов единиц техники) позволяют увеличивать экспорт автомобилей как в дружественные социалистические, так и капиталистические страны. Разрабатываются собственные модельные линейки, в том числе «Нива» первая в мире в своем классе. Постепенно формируется собственная конструкторская школа и вертикально интегрированная система управления.

Рисунок 1 .Особенности организации автомобильной промышленности в СССР

Таким образом, Советский союз смог сформировать одну из самый суверенных индустрий в Мире, ведь кроме непосредственного производства автомобилей, был организован комплекс сопутствующих (обслуживающих) отраслей, которые обеспечивали функционирование автомобильной промышленности (рисунок 1). Прежде всего речь идет о компонентной базе. Производственная цепочка автомобилестроения СССР была полностью суверенной. Внутри страны была организована целая экосистема смежников. Такая организация гарантировала устойчивость отрасли перед лицом любых внешних ограничений и санкций.

Заключение

Вместе с этим, в рамках экосистемы жизненного цикла автомобильной техники, должное внимание было уделено авторемонтному производству. Советская система предлагала длительную эксплуатацию техники, что требовало широкой сети авторемонтных предприятий. При этом такие заводы обслуживали как гражданские, так и военные нужны. Процесс ремонта был организован следующим образом:

Специализированные авторемонтные заводы – осуществляли капитальный ремонт техники. Сам процесс ремонта осуществлялся по компонентному принципу, чему способствовало наличие производства компонентов, которые поставлялись как на производство новых автомобилей, так и на авторемонтные заводы.

Агрегатные заводы, восстанавливающие двигатели, коробки передач, мосты и другие узлы. В сегодняшних реалиях получили названия «промышленное восстановление».

Станции технического обслуживания (СТО) – обеспечение регулярного поддерживающего технического обслуживания и ремонта техники.

На ряду с этим, постепенно возникал сегмент утилизации автомобилей. Долгое время данный процесс был на втором плане, тем не менее инфраструктура постепенно формировалась. В частности, были организованы пункты приема вторсырья, куда можно было сдать старые автомобили в металлолом. Часть узлов и агрегатов подлежали промышленному восстановлению и вторичному использованию. Отдельные предприятий занимались демонтажем и сортировкой отходов. В целом, были сформированы базовые принципы переработки и повторного использования ресурсов, в то же время проблема экологичности не стояла так остро.

Литература

1. Чжан, М. Экономический путь развития китайской промышленности на примере автомобильной промышленности и электроники / М. Чжан // Научный аспект. – 2024. – Т. 4, № 1. – С. 496-500. – EDN JEDGLD.
2. Милинис, Г. С. Перспективы развития автомобильной промышленности в России / Г. С. Милинис, А. А. Воробьев, Е. В. Пакулина // Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей : сборник трудов VII Национальной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 14 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2023. – С. 30-34. – EDN ABLHZX.
3. Фадеева, А. В. Внутрипроизводственные материальные потоки предприятий автомобильной промышленности / А. В. Фадеева // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 1-1. – С. 230-232. – EDN XBTPKL.
4. Журова, Л. Н. Глобальные вызовы и формирование стратегии устойчивого развития автомобильной промышленности России / Л. Н. Журова, И. Н. Краковская // Мировая экономика и международные отношения. – 2021. – Т. 65, № 10. – С. 45-53. – DOI 10.20542/0131-2227-2021-65-10-45-53. – EDN CRKALD.
5. Инчина, О. В. Формирование системы управления рисками в компаниях автомобильной промышленности / О. В. Инчина // Ростовский научный журнал. – 2017. – № 9. – С. 66-72. – EDN YOCGFT.
6. Михайлин, Н. В. Комплексный подход к оценке уровня импортозамещения в автомобильной промышленности с учётом национальных приоритетов / Н. В. Михайлин // Вестник евразийской науки. – 2025. – Т. 17, № S1. – EDN XUMULQ.
7. Меренков, А. О. Обеспечение технологического суверенитета в автомобильной промышленности России: проблемные вопросы и сценарии развития / А. О. Меренков // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 1. – С. 285-288. – EDN LVMZRQ.

Features of the organization of the automotive industry in the soviet union

Merenkov A.O., Stepanov A.A.
State University of Management (SUM)

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

The article is devoted to a comprehensive analysis of the experience of the Soviet Union in the field of production organization in the automotive industry. The key elements of the

industry organization structure are identified, and a historical retrospective of the managerial steps in the formation of industrial policy during the transition from serial to mass production is conducted. The authors highlight, among other key factors, the separation of the automotive industry into a separate industry, the creation of a scientific, technical and component base, and the development of industry science. At the same time, a vertically integrated control system was formed, covering all stages of the life cycle of automotive equipment.
Keywords: automotive industry, production engineering, production chain, product lifecycle, production management system, industrial policy.

References

1. Zhang, M. The economic path of development of Chinese industry on the example of the automotive industry and electronics / M. Zhang // Scientific aspect. – 2024. – Vol. 4, No. 1. – pp. 496-500. – EDN JEDGLD.
2. Milinis, G. S. Prospects for the development of the automotive industry in Russia / G. S. Milinis, A. A. Vorobyov, E. V. Pakulina // Modern technologies used in car maintenance and repair : proceedings of the VII National Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates, Postgraduates and Young Scientists, St. Petersburg, April 14, 2023. – St. Petersburg: St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, 2023. – pp. 30-34. – EDN ABLHZX.
3. Fadeeva, A.V. In-house material flows of automotive industry enterprises / A.V. Fadeeva // New science: From idea to result. – 2016. – No. 1-1. – pp. 230-232. – EDN XBTPKL.
4. Zhurova, L. N. Global challenges and the formation of a strategy for the sustainable development of the Russian automotive industry / L. N. Zhurova, I. N. Krakovskaya // World Economy and international relations. – 2021. – Vol. 65, No. 10. – PP. 45-53. – DOI 10.20542/0131-2227-2021-65-10-45-53. – EDN CRKALD.
5. Inchina, O. V. Formation of a risk management system in companies in the automotive industry / O. V. Inchina // Rostov Scientific Journal. – 2017. – No. 9. – pp. 66-72. – EDN YOCGFT.
6. Mikhailin, N. V. An integrated approach to assessing the level of import substitution in the automotive industry, taking into account national priorities / N. V. Mikhailin // Bulletin of Eurasian Science. – 2025. – Vol. 17, No. S1. – EDN XUMULQ.
7. Merenkov, A. O. Ensuring technological sovereignty in the Russian automotive industry: problematic issues and development scenarios / A. O. Merenkov // Innovations and Investments. – 2023. – No. 1. – pp. 285-288. – EDN LVMZRQ.

Объяснение кажущейся несостоятельности закона Оукена в Китае: скрытая безработица и демографические факторы

My To
аспирант кафедры общей экономической теории, Московская Школа Экономики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, mu.tuo.mse@mail.ru

В статье заново рассматривается кажущаяся несостоятельность закона Оукена в Китае с акцентом на проблему измерения безработицы и демографические изменения. В рамках стандартной спецификации, основанной на официальной статистике безработицы, взаимосвязь между экономическим ростом и изменениями уровня безработицы оказывается крайне слабой. В работе утверждается, что этот результат в значительной степени обусловлен неспособностью официальных показателей адекватно отражать скрытую безработицу в первичном секторе, прежде всего избыточную сельскую рабочую силу, встроенную в дуальную структуру рынка труда Китая. Для решения данной проблемы рабочая сила, превышающая долгосрочный равновесный уровень поглощения в первичном секторе, рассматривается как прокси-показатель потенциальной скрытой безработицы, на основе чего строится скорректированный показатель безработицы. Повторная оценка с использованием скорректированного показателя выявляет значимую и устойчивую отрицательную связь между экономическим ростом и изменениями безработицы. Далее анализ расширяется за счет включения демографических переменных и одного капитало-связанного фактора. Результаты показывают, что экономический рост остается наиболее устойчивой объясняющей переменной, тогда как уровень участия в рабочей силе и лагированное отношение выпуска к капиталу также обладают объяснительной силой.

Ключевые слова: закон Оукена; скрытая безработица; измерение безработицы; первичный сектор; демографический переход; Китай.

1 Introduction and Literature Review

Economic growth and full employment are among the central objectives of macroeconomic policy. Okun's law, which was first proposed by the American economist Arthur Okun, describes a negative relationship between output growth and changes in unemployment. Based on quarterly U.S. data from 1947 to 1960, Okun found that a 1 percentage increase in the unemployment rate corresponded to a 3.2 percent decline in output (Okun, 1962). This negative relationship has proven robust across extended sample periods (Lu et al., 2014). Guisinger et al. (2018) further refined the analysis by examining data at the state level in the U.S., and found that the negative relationship between unemployment and output growth holds for the vast majority of states as well as for the national economy as a whole. Outside the U.S., Lee (2000) confirmed that the data for 16 OECD countries are broadly consistent with Okun's law, although the estimated Okun coefficients vary across model specifications, such as the first-difference model and the gap model. Freeman (2001) similarly verified that the relationship between output and unemployment in ten representative advanced industrial economies conforms to Okun's law. Goto and Bürgi (2020) further demonstrated that Okun's law is not limited to aggregate national or regional data; it also holds at the sectoral level in developed economies.

Most of these studies, however, are based on data from developed countries. Compared with developing economies, developed countries generally possess more mature institutions and exhibit greater stability in terms of economic policy, employment protection, labor mobility, and demographic and economic structures. By contrast, studies examining the relationship between economic growth and unemployment in developing countries, in most cases, report a breakdown of Okun's law. For instance, studies by Moosa (2008) on four African Arab countries, by Sadiku et al. (2015) on Macedonia, by Bankole and Fatai (2013) on Nigeria, and by Lal et al. (2010) on a group of Asian countries, failed to find robust evidence in support of Okun's law.

With respect to China, the existing literature generally suggests that Okun's law either does not hold or takes a modified form. Using cointegration analysis and Granger causality tests, Miao and Zhu (2020) found that the relationship between economic growth and unemployment in China does not conform to the conventional prediction of Okun's law. Kim et al. (2020) employing a time-varying parameter model that accounts for the nonlinear and asymmetric features of Okun's law, concluded that the law is not applicable to China. Cheng (2015) attributed the apparent failure of Okun's law in China to two structural features of the Chinese economy: an investment-driven growth model and relatively weak labor demand. By contrast, Li (2010) argued that, in the context of China's rapid population growth, any test of Okun's law must control for demographic influences. After adjusting the model accordingly, she found that the modified version of Okun's law remains valid in China.

Among the studies concluding that Okun's law does not hold in China, a widely shared explanation emphasizes the country's segmented dual labor market and its large pool of surplus rural labor, much of which takes the form of migrant workers. Due to restrictions imposed by the urban household registration (known in Chinese as the "hukou") system and the high mobility of migrant workers, the registered unemployment rate—measured primarily with reference to the urban hukou population or permanent urban residents—does not adequately capture unemployment among this mobile segment of the labor force. Thus, the rural labor "reservoir" effect substantially buffers fluctuations in the officially reported unemployment rate (Liu and Wu, 2023), helping explain the remarkable stability of China's official unemployment rate and the apparent failure of Okun's law. Lu et al. (2014) show that the rate of labor transfer out of the primary sector is significantly related to economic growth in both China and other transition economies, lending support to a "generalized Okun's law" that incorporates labor transfer as an additional explanatory variable.

Lu et al. (2014), however, did not consider the implications of rural labor transfer for unemployment measurement or the need to adjust the official unemployment rate; labor transfer was treated purely as an additional regressor. By adjusting the official unemployment rate to account for the effect of rural labor transfer on actual unemployment, Okun's law in China can be re-examined on a firmer empirical basis. Following Li (2010), this study also investigates whether demographic factors play a critical role in this context.

2 Methodology

2.1 Baseline Specification of Okun's Law

In the empirical macroeconomic literature, Okun's law has evolved through several formulations, reflecting both theoretical refinement and practical considerations in empirical implementation. In the original "gap" form, the relationship links the unemployment gap to the output gap (Okun, 1962; Prachowny, 1993):

$$u_t - u^* = \beta(y_t - y_t^*) + \varepsilon_t \quad (1)$$

where u^* is the natural rate of unemployment and $y_t - y_t^*$represents the deviation of actual output from its potential level.

Subsequent empirical studies often reformulated this relationship into a difference (growth rate) form, which relates changes in unemployment to output growth (Lee, 2000; Knotek, 2007):

$$\Delta u_t = \alpha + \beta(gY_t - gY_t{}^*) + \varepsilon_t \quad (2)$$

where gY_t is the growth rate of real GDP and $gY_t{}^*$ is the potential growth rate.

However, because potential growth $gY_t{}^*$ is unobservable, many studies adopt a more practical alternative specification. Specifically, the equation can be rewritten as (Moosa, 1997; Freeman, 2001):

$$\Delta u_t = \alpha + \beta gY_t + \varepsilon_t \quad (3)$$

Using Equation (3) as the baseline specification, **Figure 1** presents the relationship between China's GDP growth rate (gY) and changes in the unemployment rate (Δu) over the period 1993–2023, together with the fitted regression line. The figure shows that the linear relationship implied by Okun's law is extremely weak, with R^2 only 0.0103. Consistent with the findings of many previous studies, this result suggests that the standard form of Okun's law has limited explanatory power in China. And it motivates the subsequent analysis, which investigates the factors underlying the failure of Okun's law in China and re-examines the relationship after adjusting for the relevant factors.

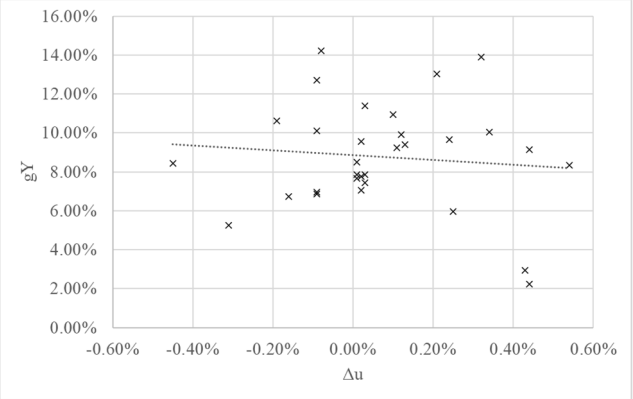


Figure 1. The relationship between China's GDP growth rate (gY) and changes in the unemployment rate (Δu)

Source: Compiled by the author based on data from the National Bureau of Statistics of China and the International Labor Organization (ILO); gY = -1.2415Δu + 0.0886, R² = 0.0103

2.2 Identification of Hidden Unemployment in the Primary Sector

For a long period, the unemployment indicator officially published in China was the urban registered unemployment rate, which is compiled by the human resources and social security authorities on the basis of administrative records of unemployed individuals registered with public employment service agencies (National Bureau of Statistics of China, 2021), and it does not capture unemployment among rural laborers moving through urban labor markets. Although China began to publish the surveyed unemployment rate in 2016, following the recommendation of the ILO, and both urban-hukou and agricultural-hukou populations are in principle included in the survey population (Li, 2020), the institutional segmentation between agricultural and non-agricultural hukou remains a significant feature of China's labor market. Most holders of agricultural hukou retain access to a certain amount of productive resources, such as cultivated land, forest land, and fishponds. Consequently, rural laborers may engage either in production on their contracted land, forest land, or fishponds—hereafter referred to as the primary sector—or in non-agricultural employment in firms and organizations located in towns and cities—hereafter referred to as the secondary and tertiary sectors. In practice, these workers are typically represented by migrant workers, namely, agricultural-hukou laborers employed in non-agricultural units. During economic downturns, when labor demand in urban areas and non-agricultural sectors shrinks, unemployed migrant workers who are unable or unwilling to remain in cities during the downturn often return to rural areas, and work on their contracted land, forest land, or fishponds, and are therefore generally not recorded as unemployed.

Because the primary sector is highly constrained by natural resources, additional labor input does not generate a proportional increase in output once those resources have been fully utilized and remain essentially fixed. When employment in the primary sector exceeds its effective labor absorption capacity, the surplus labor force, although not counted as unemployed in official statistics, has a marginal product close to zero and contributes little to growth in primary-sector output. Therefore, any adjustment to the unemployment measure should take into account the problem of hidden unemployment arising from surplus labor in excess of the actual labor demand of the primary sector.

Correcting the unemployment measure therefore requires identifying surplus labor in the primary sector and estimating the gap between actual and potential output in that sector. Because neither the primary sector's real labor demand nor its potential output is directly observable, a common approach in applied economics is to construct an appropriate regression model and use fitted values and residuals to recover benchmark levels and the corresponding deviations from them. Following this approach, Zou and Hu (2003), in their test of Okun's law across China's three industrial sectors, used a benchmark regression of output on time to calculate the output gap under the assumption of a linear time trend. Macroeconomic time series such as primary-sector employment and output exhibit similar features, namely, a pronounced overall trend accompanied by fluctuations around that trend. Drawing on their method, in this study we use a residual-based approach to estimate the long-run trend in primary-sector employment and output. Unlike Zou and Hu (2003), however, we include a quadratic time term to better capture the nonlinear evolution of both series over time. Strictly speaking, the fitted regression path does not directly represent the primary sector's actual labor demand; rather, it is better interpreted as a long-run equilibrium or trend level of labor absorption, relative to which labor input exceeding the normal long-run trend may be identified.

Given the complex political factors, distinctive economic institutions, and restrictions on labor allocation and population mobility in earlier historical periods, we avoid using economic and employment data prior to 1992. China formally established the market economic system in 1992, which provides a more reliable and robust institutional basis for our analysis. For this reason, the sample period is restricted to 1992–2023.

For the period 1992–2023, primary-sector employment and output (at constant 1990 prices), are estimated using quadratic time-trend equations. The results show that the goodness of fit of both regressions exceeds 95%. Moreover, the estimated coefficients and the regressions as a whole are also significant, suggesting that the fitted equations provide a satisfactory description of the long-run evolution of employment and output in the primary sector.

By extracting the residuals from the two regression equations described above, we estimate the deviation of primary-sector employment from its long-run equilibrium absorption level, as well as the deviation of actual primary-sector output from its long-run equilibrium level. The results are presented in **Figure 2**.

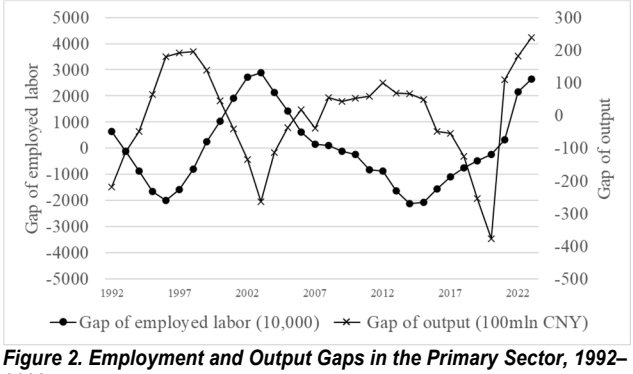


Figure 2. Employment and Output Gaps in the Primary Sector, 1992–2023

Source: National Bureau of Statistics of China, ILO, and the author's calculations.

According to the theoretical discussion, when employment in the primary sector exceeds its long-run equilibrium absorption level, the excess labor, although recorded as employed in statistical terms, is unlikely to generate a corresponding increase in output because the primary sector is constrained by natural resources. The marginal product of this excess labor is therefore likely to be very low, or even negative. In other words, if hidden unemployment indeed exists in the primary sector, then a positive deviation of primary-sector

employment from its long-run equilibrium absorption level should not be positively correlated with primary-sector output gap relative to its long-run equilibrium level.

By contrast, when the deviation of primary-sector employment from its long-run equilibrium absorption level is negative, actual employment in the primary sector falls below its long-run equilibrium level. This generally indicates that a larger share of agricultural labor has shifted to the secondary and tertiary sectors, where their employment or unemployment status is more likely to be captured by the existing surveyed unemployment statistics. Therefore, such negative deviations do not reflect hidden unemployment arising from surplus labor within the primary sector and should not be used as a basis for adjusting the unemployment rate.

This study further examines the relationship between the two deviations through regression analysis. The results show that, whether using OLS estimation for the full sample or restricting the regression to the subsample with positive deviations $(L - \hat{L} > 0)$, there is insufficient statistical evidence to support a significant and stable contemporaneous linear relationship between the employment deviation and the output deviation in the primary sector. Given that the effect of employment changes on output in the primary sector may be subject to a time lag, the study further investigates the lagged response of output deviations to employment deviations. However, no robust statistical significance is found in the lagged specifications either. This suggests that employment above the primary sector's long-run equilibrium absorption level does not significantly generate additional actual output in the primary sector, either contemporaneously or over the subsequent lag periods.

2.3 Construction of the Adjusted Unemployment Rate

On the basis of the above analysis, this study treats the positive deviation of primary-sector employment from its long-run equilibrium absorption level as an empirical measure of surplus labor and, more cautiously, as a proxy for potential hidden unemployment, which is then used to adjust the possible downward bias in the ILO-based surveyed unemployment rate.

Specifically, the potential hidden unemployment is defined as $H_t = max(0, L_t - \hat{L}_t)$, where L_t is actual employment in the primary sector and $\hat{L}_t$ is the estimated long-run equilibrium absorption level. When actual employment exceeds the long-run equilibrium absorption level, the excess is treated as potential hidden unemployment; otherwise, potential hidden unemployment is set to zero.

The adjusted total unemployment is then calculated by adding the potential hidden unemployment to the officially recorded unemployment: $U_t^{adj} = U_t^{off} + H_t$. Finally, the adjusted unemployment rate is:

$$u_t^{adj} = u_t^{off} + \frac{H_t}{LF_t} \tag{4}$$

where u_t^{off} is the official surveyed unemployment rate and LF_t is the total labor force.

We re-examine the validity of Okun's law in China using changes in the adjusted unemployment rate:

$$\Delta u_t^{adj} = \alpha + \beta g Y_t + \varepsilon_t \tag{5}$$

where Δu_t^{adj} denotes the change in the adjusted unemployment rate, gY_t is the real GDP growth rate, α is the constant term, β is the Okun coefficient, and ε_t is the error term.

To examine whether this relationship is stable across different periods, the regression is estimated separately for the full sample (1993–2023), the early subsample (1993–2009), and the later subsample (2010–2023), and the direction, statistical significance, and explanatory power of the estimated Okun coefficients are compared across periods.

2.4 Extended model with Demographic and Capital-Related Factors

Demographic factors may alter the Okun relationship by affecting labor supply, employment absorption capacity, and the long-run equilibrium level of output. Therefore, following Li (2010), this study further incorporates demographic factors into the analysis. By definition, the unemployment rate depends not only on the number of unemployed persons but also on the size of the labor force. On this basis, the study further adjusts the unemployment measure for demographic factors and re-examines Okun's law accordingly.

Let L denote the labor employed, N the total population size, D the share of the working-age population in total population, and F the labor force participation rate. Then the total employed labor can be written as:

$$L = N \times D \times F \times (1 - u_{adj}) \tag{6}$$

And:

$$\frac{\Delta u_{adj}}{1 - u_{adj}} = \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta N}{N} + \frac{\Delta F}{F} - \frac{\Delta L}{L} \tag{7}$$

To introduce the output level, we start from the product-market equilibrium condition:

$$\Delta K = Y - C - \delta K \tag{8}$$

where:

Y is output,

C is consumption,

δK is depreciation of capital.

The life-cycle consumption function is expressed as:

$$C = (1 - s)Y + (\gamma - \delta)K \tag{9}$$

Substituting this into the equilibrium condition, we obtain:

$$\Delta K = Y - [(1 - s)Y + (\gamma - \delta)K] - \delta K \tag{10}$$

This yields:

$$\Delta K = sY - \gamma K \tag{11}$$

Divide both sides by K:

$$\frac{\Delta K}{K} = s\frac{Y}{K} - \gamma \tag{12}$$

$s\frac{Y}{K}$: the part of output that is saved and contributes to capital accumulation;

γ is the rate at which wealth is effectively drawn down for consumption, reducing capital growth, it acts as a drag on capital accumulation.

According to the Solow model, we have:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta B}{B} + \varepsilon_K \frac{\Delta K}{K} + \varepsilon_L \frac{\Delta L}{L} \tag{13}$$

where B denotes TFP, and the parameters ε_K and ε_L represent the output elasticities of capital and labor, respectively.

Suppose that:

$$\frac{\Delta B}{B} = g \tag{14}$$

where g denotes the exogenous rate of technological progress. In addition, assume that labor growth is proportional to population growth:

$$\frac{\Delta L}{L} = \alpha \frac{\Delta N}{N} \tag{15}$$

Then

$$\frac{\Delta Y}{Y} = g + \varepsilon_K \left(s\frac{Y}{K} - \gamma\right) + \varepsilon_L \alpha \frac{\Delta N}{N} \tag{16}$$

To connect the technological progress term with the growth contributions of other factors, we introduce the transformation of Equation (16) (Belyakov et al., 2026):

$$\frac{\Delta B}{B} = g = g + \beta\left\{\frac{\Delta Y}{Y} - \left[g + \varepsilon_K \left(s\frac{Y}{K} - \gamma\right) + \varepsilon_L \alpha \frac{\Delta N}{N}\right]\right\} \tag{17}$$

Combining (13) and (16), we obtain:

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{1 - \beta}{\varepsilon_L}\left(\frac{\Delta Y}{Y} - \varepsilon_K s\frac{Y}{K} + \varepsilon_K \gamma - g\right) + \beta\alpha\frac{\Delta N}{N} \tag{18}$$

Substituting this into Equation (7), we obtain:

$$\frac{\Delta u_{adj}}{1 - u_{adj}} = -\frac{1 - \beta}{\varepsilon_L}\frac{\Delta Y}{Y} + \frac{(1 - \beta)\varepsilon_K s}{\varepsilon_L}\frac{Y}{K} + \frac{\Delta D}{D} + \frac{\Delta F}{F} + \\ + (1 - \beta\alpha)\frac{\Delta N}{N} + \frac{(1 - \beta)(g - \varepsilon_K \gamma)}{\varepsilon_L} \tag{19}$$

Notes: In the theoretical derivation from (6) to (19), time subscripts are omitted to simplify notation; they are reintroduced in the empirical specification.

Since $u_{adj} \ll 1$, $\Delta u_{adj} \approx \frac{\Delta u_{adj}}{1 - u_{adj}}$. For empirical estimation, the above relationship can be reformulated approximately as the following standard regression equation:

$$\Delta u_t^{adj} = \alpha + \beta_1 gY_t + \beta_2 gD_t + \beta_3 gF_t + \beta_4 gN_t + \beta_5 \frac{Y_t}{K_t} + \varepsilon_t \tag{20}$$

In the regression, the lagged output-capital ratio, $(Y/K)_{t-1}$, will be used in place of $\frac{Y_t}{K_t}$ in the theoretical model in Equation (20) to control for capital-related factors. This treatment is motivated by two considerations. First, the effects of capital efficiency and production organization on labor demand and unemployment are likely to operate with a lag. Second, the use of a lagged term helps reduce potential simultaneity bias among output, employment, and unemployment in the current period.

3 Results and Discussion

We first review the regression results based on the adjusted unemployment measure in order to verify the validity of Okun's law in China. To examine the stability of this relationship across periods, the model is estimated for the full sample and for two subsamples, as reported in Table 1.

Table 1
Estimates of Okun's Law Using the Adjusted Unemployment Rate

Variables	Full Sample (1993–2023)	Early Period (1993–2009)	Late Period (2010–2023)
Constant	0.0150***	0.0262***	0.0172***
	(0.0041)	(0.0088)	(0.0054)
GDP growth (gY)	–0.1536***	–0.2448**	–0.2167**
	(0.0450)	(0.0835)	(0.0749)
F-statistic	11.6337***	8.5965**	8.3567**

Variables	Full Sample (1993–2023)	Early Period (1993–2009)	Late Period (2010–2023)
R^2	0.2863	0.3643	0.4105
Adjusted R^2	0.2617	0.3219	0.3614
N	31	17	14

Notes: *The dependent variable is Δu_t^{adj}. ***, **, and * indicate significance at the 1%, 5%, and 10%.*

Figure 3 illustrates the relationship using the adjusted measure. Compared with Figure 1, the scatter points cluster more clearly around a negatively sloped trend line ($R^2 = 0.2863$), confirming that incorporating primary-sector hidden unemployment substantially strengthens the empirical fit of Okun's law in China.

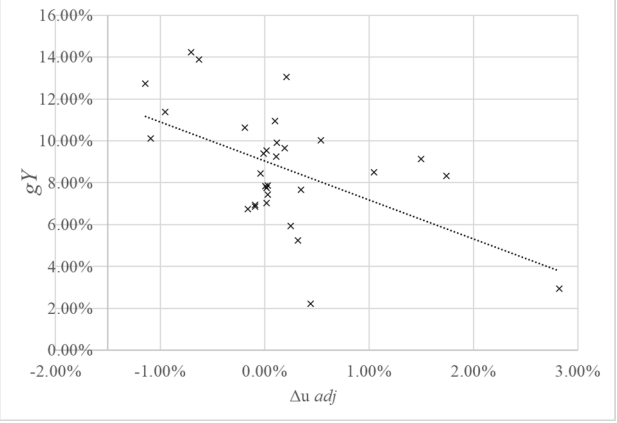


Figure 3. The relationship between China's GDP growth rate (gY) and changes in the adjusted unemployment rate (Δu^{adj})
Source: National Bureau of Statistics of China, ILO, and the author's calculations; $gY = -1.8646\Delta u^{adj} + 0.0905$, $R^2 = 0.2863$

Building on the baseline model, this study further estimates the extended specification in Equation (20) to test the robustness of the Okun relationship after incorporating demographic and capital-related variables. The results are reported in **Table 2**.

Table 2
Extended Estimates of Okun's Law with Demographic Factors

Variables	Full model	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
Constant	0.0010	0.0150***	0.0150***	0.0190***	0.0080	0.0070	0.0110**
	(0.0060)	(0.0040)	(0.0040)	(0.0050)	(0.0050)	(0.0050)	(0.0050)
GDP growth (gY)	-0.2670***	-0.1770***	-0.2210***	-0.2240***	-0.2810***	-0.2760***	-0.2850***
	(0.0520)	(0.0560)	(0.0610)	(0.0590)	(0.0540)	(0.0530)	(0.0540)
Population growth (gN)	-1.1900*	0.3470	0.3450	0.4420		-0.8910	
	(0.6200)	(0.4870)	(0.4730)	(0.4560)		(0.6150)	
Working-age population share (gD)	-0.3330		0.2210	-0.0340	-0.2250		
	(0.1970)		(0.1330)	(0.2090)	(0.1980)		
Labor force participation (gF)	-0.5770**			-0.3800	-0.5250**	-0.2870**	-0.3210**
	(0.2150)			(0.2460)	(0.2240)	(0.1350)	(0.1360)
$(Y/K)_{t-1}$	0.3250***				0.1830***	0.2530***	0.1560***
	(0.0960)				(0.0640)	(0.0890)	(0.0590)
F-statistic	7.5636***	5.9710***	5.1330***	4.6460***	7.7050***	8.1260***	9.7400***
R^2	0.6010	0.2990	0.3630	0.4170	0.5420	0.5560	0.5200
Adjusted R^2	0.5210	0.2490	0.2920	0.3270	0.4720	0.4870	0.4660
N	31	31	31	31	31	31	31

Notes: *The dependent variable is Δu_t^{adj}. ***, **, and * indicate significance at the 1%, 5%, and 10%.*

Across model specifications, gY is the most robust explanatory variable: its coefficient is significantly negative in all models, ranging from -0.15 to -0.29, which indicates that economic growth is consistently associated with reductions in unemployment. While $(Y/K)_{t-1}$ and gF also show relatively strong explanatory power in the extended specifications, the independent effects of gN and gD are not stable. Therefore, balancing goodness of fit, statistical significance, and parsimony, Model 6, which includes gY, gF, and $(Y/K)_{t-1}$, is preferred as the benchmark extended model, and the extended Okun relationship remains robust across specifications, confirming the stability and empirical validity of Okun's law under the adjusted unemployment measure.

The insignificance of gN and gD is broadly consistent with China's demographic trajectory over this period. By the 1990s, China's population growth had already entered a phase of sustained deceleration, limiting the year-to-year variation in gN and reducing its capacity to explain short-run unemployment dynamics. Similarly, while the working-age population share underwent substantial changes over this period, reflecting the rise and subsequent decline of China's demographic dividend, its effect on unemployment is more likely to operate through gradual structural channels—such as labor supply adjustment and industrial upgrading—rather than as a direct and stable short-run linear effect. Their insignificance here likely reflects a slow, indirect channel rather than genuine irrelevance.

The effect of gF is conditional on the inclusion of $(Y/K)_{t-1}$: without it, gF is generally insignificant; once the capital ratio is controlled for, gF becomes significantly negative. This suggests that the effect of labor force participation on unemployment may depend on capital conditions and production structure. During periods of economic expansion, improved labor demand may draw more individuals into the labor market, causing labor force participation to rise while unemployment falls, which is consistent with the negative coefficient on gF.

This pattern is also consistent with the Chinese labor market during the period under study. In China, labor force participation is not only a supply-side variable, but tends to respond to changes in labor demand. During periods of economic expansion, stronger employment opportunities may induce more individuals to enter or remain in the labor market, especially among rural migrants and flexible workers. As a result, increases in labor force participation may coincide with lower unemployment, rather than higher unemployment as suggested by a purely static labor supply framework.

The lagged output-capital ratio, $(Y/K)_{t-1}$, is significantly positive across the relevant specifications, indicating that capital-related conditions play an important role in explaining unemployment dynamics. This finding may also reflect an important feature of China's development pattern over the sample period. In many stages of China's growth process, especially during periods of rapid industrialization and investment expansion, output growth was closely associated with capital-intensive production and structural upgrading. Under such conditions, improvements in capital-related efficiency do not necessarily translate into proportional labor absorption in the short run, and may instead coincide with labor-saving adjustment pressures in certain sectors.

4 Conclusion

This study examines the reasons for the apparent failure of Okun's law in China. Under the official unemployment measure, the relationship between economic growth and unemployment changes is extremely weak, consistent with much of the existing literature. We argue that one important reason for this apparent failure lies in potential hidden unemployment in the primary sector. Considering the dual structure of China's labor market, migrant labor mobility, and the resource constraints of the primary sector, the study treats labor exceeding the sector's long-run equilibrium absorption level as an empirical proxy for potential hidden unemployment and adjusts the unemployment rate accordingly. The results show that, once the adjusted unemployment rate is used, a significant and stable negative relationship between economic growth and unemployment changes appears, suggesting that Okun's law is not entirely invalid in China, but rather underestimated under the conventional statistical definition.

We then incorporate demographic variables and a capital-related factor into the regression to check whether the Okun relationship survives. The results indicate that economic growth remains the most robust explanatory variable, while changes in labor force participation and the lagged output-capital ratio also display meaningful explanatory power. By contrast, the independent effects of population growth and changes in the share of the working-age population are not stable. Overall, the findings suggest that the apparent failure of Okun's law in China is closely related to unemployment measurement bias, while labor force participation and capital-related conditions also contribute to unemployment dynamics. A more accurate identification of the growth–unemployment relationship in China therefore requires an adjusted unemployment measure together with a broader analytical framework.

At the same time, several limitations should be noted. The analysis is based on annual data, which may constrain the identification of short-run dynamics. In addition, the adjusted unemployment rate relies on a proxy measure of potential hidden unemployment in the primary sector, capturing broad structural characteristics rather than precise individual-level conditions. Finally, the extended specification is estimated in a reduced-form framework. Future research may further refine the measurement approach and explore alternative empirical strategies to deepen understanding of the mechanisms involved.

Explaining the Apparent Failure of Okun's Law in China: Evidence from Hidden Unemployment and Demographic Factors

Mu Tuo
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

This paper re-examines the apparent failure of Okun's law in China, focusing on unemployment measurement and demographic change. Under the conventional specification based on official unemployment statistics, the relationship between economic growth and unemployment changes is extremely weak. We argue that this largely reflects the failure of official measures to capture hidden unemployment in the primary sector—specifically, surplus rural labor embedded in China's dual labor market structure. To address this problem, labor exceeding the primary sector's long-run equilibrium absorption level is treated as a proxy for potential hidden unemployment, and an adjusted unemployment rate is constructed accordingly. Re-estimation using the adjusted measure shows a significant and stable negative relationship between economic growth and unemployment changes. The analysis is then extended to include demographic variables and a capital-related factor. The results show that economic growth remains the most robust explanatory variable, while labor force participation and the lagged output-capital ratio also have explanatory power.

Keywords: Okun's law, hidden unemployment, unemployment measurement, primary sector, demographic transition, China.

References

1. Bankole A.S., Fatai B.O. Empirical test of Okun's law in Nigeria // International Journal of Economic Practices and Theories. 2013. Vol. 3, No. 3. P. 227–236.
2. Belyakov A.O., Grishchenko V.O., Priymak I. Estimating the unemployment–demand relationship on panel data: Accounting for omitted variables in Okun's law // Bank of Russia Economic Research Report Series. 2026. No. 165. (In Russian).
3. Cheng W. An empirical study on the relationship between economic growth and employment growth // Modern Business. 2015. No. 31. P. 65–66. (In Chinese).
4. Freeman D.G. Panel tests of Okun's law for ten industrial countries // Economic Inquiry. 2001. Vol. 39, No. 4. P. 511–523.
5. Goto E., Bürgi C. Sectoral Okun's law and cross-country cyclical differences // Economic Modelling. 2020. Vol. 94. P. 91–103.
6. Guisinger A., Hernández-Murillo R., Owyang M.T., Sinclair T.M. A state-level analysis of Okun's law // Regional Science and Urban Economics. 2018. Vol. 68. P. 239–248.
7. Kim J., Yoon C.J., Jei Y.S. An empirical analysis of Okun's laws in ASEAN using time-varying parameter model // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2020. Vol. 540. Art. 123068.
8. Knotek E.S. II. How useful is Okun's law? // Economic Review. Federal Reserve Bank of Kansas City. 2007. Vol. 92, No. 4. P. 73–103.
9. Lal I., Muhammad S.D., Jalil M.A., Hussain A. Test of Okun's law in some Asian countries: Cointegration approach // European Journal of Scientific Research. 2010. Vol. 40, No. 1. P. 73–80.
10. Lee J. The robustness of Okun's law: Evidence from OECD countries // Journal of Macroeconomics. 2000. Vol. 22, No. 2. P. 331–356.
11. Li B.H. A reinterpretation of the Chinese paradox of Okun's law: Based on differences in labor-force changes between China and the United States // On Economic Problems. 2010. No. 6. P. 16–19. (In Chinese).
12. Li X.C. Several issues concerning the statistics of China's surveyed unemployment rate // Xinhua News. 2020. 28 September. URL: https://www.stats.gov.cn/sj/sjjd/202302/t20230202_1896398.html (accessed: 20.12.2025). (In Chinese).
13. Liu S.Y., Wu Y.M., Pan C.Y. Economic fluctuations, urban unemployment and the rural labor reserve pool: Understanding Okun's law in China // Journal of East China University of Science and Technology (Social Sciences Edition). 2023. Vol. 38, No. 1. P. 114–128. (In Chinese).
14. Lu F., Liu X.G., Ling Z.Y., Zhang J.P. Generalized Okun's law and the Okun relationship in China: Solving the puzzle of the apparent inapplicability of Okun's law to China // CCER Working Paper Series. 2014. No. C2014005. China Center for Economic Research, Peking University. (In Chinese).
15. Miao S.S., Zhu X.M. An empirical study on the relationship between China's economic growth and unemployment rate (1978–2018) // Journal of Heilongjiang Vocational Institute of Ecological Engineering. 2020. Vol. 33, No. 1. P. 62–64. (In Chinese).
16. Moosa I.A. A cross-country comparison of Okun's coefficient // Journal of Comparative Economics. 1997. Vol. 24, No. 3. P. 335–356.
17. Moosa I.A. Economic growth and unemployment in Arab countries: Is Okun's law valid? // Journal of Development and Economic Policies. 2008. Vol. 10, No. 2. P. 5–24.
18. National Bureau of Statistics of China. What is the difference between the surveyed unemployment rate and the urban registered unemployment rate? 2021. 18 February. URL: https://www.stats.gov.cn/zt_18555/zthd/sjtjr/d12kfr/tjzsqzs/202302/t20230216_1908907.html (accessed: 20.12.2025). (In Chinese).
19. Okun A.M. Potential GNP: Its measurement and significance // Proceedings of the Business and Economic Statistics Section, American Statistical Association. Alexandria, VA: American Statistical Association, 1962. P. 98–104.
20. Prachowny M.F.J. Okun's law: Theoretical foundations and revised estimates // The Review of Economics and Statistics. 1993. Vol. 75, No. 2. P. 331–336.
21. Sadiku M., Ibraimi A., Sadiku L. Econometric estimation of the relationship between unemployment rate and economic growth of FYR of Macedonia // Procedia Economics and Finance. 2015. Vol. 19. P. 69–81.
22. Zou W., Hu Y. Okun's law and China's unemployment // The Journal of World Economy. 2003. No. 6. P. 40–47. (In Chinese).

«Педагогическое сопротивление» как научная категория в контексте цифровой трансформации образования

Чугунова Ольга Анатольевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономическая теория и менеджмент», Российский университет транспорта (МИИТ); эксперт центра дидактики профессионального образования, Московский городской педагогический университет (МГПУ), chugunovao@ranepa.ru,

Пророкова Елена Анатольевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика и менеджмент», Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС),

Прутцкова Светлана Валерьевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Экономика и менеджмент», Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС),

Сапожникова Екатерина Сергеевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры общего и проектного менеджмента, Финансовый университет при Правительстве РФ; доцент кафедры «Экономическая теория и менеджмент», Российский университет транспорта» (МИИТ)

В статье проводится критический анализ категории «педагогическое сопротивление» как ключевого концепта для понимания барьеров цифровой трансформации в образовании. Преодолевая упрощённые трактовки «технофобии» и «консерватизма», авторы последовательно реконструируют теоретические основания исследования «педагогического сопротивления» через призму трёх взаимодополняющих перспектив: индивидуально-психологической (теория самодетерминации, теория защитных механизмов), социологической и профессиональной (концепции габитуса и поля П. Бурдьё, теория профессиональной идентичности) и организационно-институциональной (модели управляемых изменений К. Левина и Дж. Коттера, институциональная теория). Синтез данных подходов позволяет сформулировать интегральное определение педагогического сопротивления как рационального, системно обусловленного ответа субъекта образования на угрозы его профессиональной идентичности, автономии и сложившимся практикам, возникающие в условиях навязываемых, плохо скоординированных институциональных изменений. Такая теоретическая рамка задаёт основу для последующего эмпирического исследования детерминант и форм «педагогического сопротивления» в современной российской образовательной среде.
Ключевые слова: педагогическое сопротивление, цифровая трансформация образования, теоретическая рамка, профессиональная идентичность, габитус, теория самодетерминации, управляемые изменения, институциональные барьеры.

Феномен сопротивления инновациям, и, в частности, цифровым технологиям, со стороны педагогического сообщества является одним из наиболее значимых барьеров на пути модернизации образования [1, с. 45]. Однако сам термин «сопротивление» в образовательном дискурсе зачастую используется некритически, приобретая преимущественно негативную коннотацию. Он становится синонимом косности, некомпетентности или иррационального страха перед новым – так называемой «технофобии» [2, с. 18]. Такой редукционистский подход не только стигматизирует педагога, но и закрывает путь к пониманию глубинных причин явления, сводя решение проблем к административному давлению или поверхностным курсам повышения квалификации.

Между тем, в социальных и гуманитарных науках категория «сопротивление» имеет богатую теоретическую историю и признаётся сложным, многомерным феноменом. Отказ от рассмотрения сопротивления как простой девиации позволяет увидеть в нём осмысленный, зачастую рациональный ответ индивида или группы на изменения, которые воспринимаются как угрожающие устойчивости их профессионального мира, ценностям, идентичности и сложившимся практикам [3, с. 112]. Следовательно, адекватное исследование «педагогического сопротивления» цифровой трансформации требует построения комплексной теоретической рамки, интегрирующей достижения психологии, социологии, теории организации и педагогики.

Цель данного исследования – осуществить критический анализ и синтез ключевых теоретических подходов, конституирующих «педагогическое сопротивление» как полноценную научную категорию, и на этой основе сформулировать многоуровневую теоретическую модель, пригодную для изучения его психологических и институциональных детерминант в сфере образования.

На микроуровне «педагогическое сопротивление» можно интерпретировать через призму общепсихологических теорий, объясняющих механизмы реагирования личности на изменения, нарушающие её внутреннее равновесие. Этот подход модно интерпретировать как индивидуально-психологическую перспективу, характеризующаяся «педагогическое сопротивление» как защиту целостности «Я» и базовых психологических потребностей. И в этом случае можно выделить следующие теоретические основы формирования «педагогического сопротивления».

Во-первых, это психоаналитическая традиция и защитные механизмы. Классическая психоаналитическая теория, начиная с З. Фрейда, рассматривает сопротивление как универсальный психический механизм защиты «Я» (Эго) от тревоги, вызываемой осознанием вытесненных желаний или внутренних конфликтов [4, с. 67]. Хотя изначально концепт использовался в контексте психотерапии, его логика применима и к организационным изменениям. Внедрение цифровых технологий может актуализировать глубинные страхи: страх показаться некомпетентным, страх потери контроля, страх изменений в привычном укладе. Сопротивление в этом ключе выступает как бессознательная или частично осознаваемая защитная реакция, направленная на сохранение психологического гомеостаза. Проекция («виновата администрация»), рационализация («это неэффективно для настоящего образования»), регрессия (возврат к проверенным, сверхпростым методикам) – все эти механизмы могут проявляться в реакциях педагога на инновации [5, с. 89].

Во-вторых, это угроза базовым потребностям, которая находит свою интерпретацию в теории самодетерминации Р. Райан и Э. Деси (Self-Determination Theory – SDT) [6], которую можно рассматривать как более современную и эмпирически обоснованной психологической основой для анализа сопротивления. Согласно SDT, внутренняя мотивация и психологическое благополучие человека основаны на удовлетворении трёх универсальных, базовых психологических потребностей:

- автономии, а именно в потребности ощущать себя инициатором своих действий, иметь выбор и чувство воли;
- компетентности: это потребность чувствовать эффективность в своих взаимодействиях со средой, овладевать навыками;
- связи с другими (родственность), которая характеризуется потребностью быть связанным с другими, заботиться о них и чувствовать их заботу, принадлежать к социальной группе.

Цифровая трансформация, особенно если она инициирована и реализуется директивно, всегда несёт потенциальную угрозу этим потребностям [7, с. 204].

Так, например, угроза автономии прослеживается в том, что жёсткие цифровые платформы, предписывающие сценарии уроков, алгоритмизированные системы отчётности и контроля превращают педагога из творца и субъекта образовательного процесса в оператора, исполняющего внешние предписания. Это порождает феномен «выученной беспомощности» и реактивное сопротивление как попытку отстоять профессиональную свободу.

Стремительная смена инструментов, необходимость осваивать новые сложные цифровые среды на фоне возможного дефицита времени и поддержки ставят под удар ощущение себя как профессионала-эксперта. И в этом случае проявляется угроза компетентности. Педагог, годами оттачивая мастерство в традиционном формате, может чувствовать себя «новичком», что болезненно для самооценки и ведёт к избеганию или саботажу новых практик.

Массированный переход в онлайн-среду может нарушать сложившиеся эмоциональные и профессиональные связи внутри педагогического коллектива и между учителем и учениками (угроза связи с другими). Кроме того, конфликты между «новаторами» и «консерваторами» в преподавательской среде также разрушают чувство общности.

Таким образом, с позиции SDT, сопротивление – это не патология, а естественная и зачастую рациональная реакция на фрустрацию фундаментальных психологических потребностей, вызванную характером внедряемых изменений.

Если психологическая перспектива фокусируется на интрапсихических процессах, то социологический взгляд позволяет понять, как сопротивление формируется и структурируется социальным контекстом и положением индивида в профессиональном поле. И в этом случае социологическая и профессиональная перспектива «педагогического сопротивления» проявляется как защита габитуса и профессиональной идентичности. И в рамках данной перспективы «педагогического сопротивления» авторы отмечают следующие теоретические основы ее формирования.

Во-первых, это концепция габитуса и поля П. Бурдьё. Французский социолог Пьер Бурдьё предлагает ключевые для понимания сопротивления концепты «габитуса» и «поля» [8]. Габитус – это система устойчивых, приобретённых диспозиций (установок, схем восприятия, мышления и действия), которые формируются у индивида в процессе его социализации в определённых социальных условиях. Профессиональный габитус педагога – это инкорпорированная, «впитавшаяся в тело» логика педагогической практики: как держаться у доски, как строить диалог с обучающимися, как чувствовать аудиторию, как интерпретировать учебный материал.

Поле образования, в свою очередь, представляет собой пространство борьбы за специфические виды капитала (символический – авторитет, культурный – знания, социальный – связи) со своими правилами и иерархиями. Цифровая трансформация – это потрясение самого поля и обесценивание существующего в нём габитуса. Нормы, навыки и интуиции, составляющие основу профессионального мастерства традиционного педагога, оказываются под вопросом. Новыми агентами в поле становятся IT-специалисты, методисты цифрового обучения, алгоритмы, обладающие своим «капиталом» [9, с. 156].

Сопротивление в теории Бурдьё – это реакция габитуса на диссонанс с изменившимися правилами поля. Новые практики не «ложатся» на старые диспозиции, они требуют болезненной и не всегда успешной перестройки глубинных структур. Это не просто нежелание, а невозможность мгновенно изменить способ профессионального существования, сформированный десятилетиями. Таким образом, сопротивление предстаёт как консервативная, но структурно обусловленная сила, стремящаяся сохранить целостность профессионального «Я» в меняющемся мире.

Во-вторых, это теория профессиональной идентичности. Связанным с концепцией габитуса является понятие профессиональной идентичности – относительно устойчивого, субъективно переживаемого образа себя как представителя определённой профессии, включающего ценности, нормы, навыки и модели поведения [10]. Профессиональная идентичность педагога исторически строилась вокруг таких ценностей, как личностное влияние на обучающегося, передача не только знаний, но и смыслов, живое слово, авторитет, основанный на опыте и эрудиции.

Цифровые технологии прямо или косвенно бросают вызов этой идентичности:

– сдвиг роли: от «мудрого наставника-транслятора» к «модератору», «фасилитатору», «куратору цифровой среды». Для многих педагогов это воспринимается как утрата сущностной, сакральной составляющей профессии;

– децентрализация знания: в условиях, когда информация доступна в один клик, монополия учителя на знание исчезает. Под вопрос ставится основа его символического капитала и авторитета;

– деперсонализация: алгоритмы адаптивного обучения, массовые онлайн-курсы создают угрозу замены уникального педагогического взаимодействия стандартизированным цифровым продуктом.

«Педагогическое сопротивление» в этом контексте – это акт защиты целостности и значимости профессионального «Я» [11, с. 332]. Отказ от технологии может быть не отказом от эффективности, а защитой смысла своей профессиональной жизни от обесценивания. Это делает сопротивление глубоко экзистенциальным феноменом, связанным с вопросами «Кто я как педагог?» и «В чём смысл моей работы?».

Третий уровень анализа смещает фокус с индивидуальных и групповых реакций на характеристики самой системы (организации, института), которые порождают и легитимируют сопротивление. И в этом случае, авторы, выделяют организационно-институциональные перспективы «педагогического сопротивления» как реакцию на системные дисфункции. Теоретическими основами формирования «педагогического сопротивления» в данной перспективе являются модели управляемых изменений (К. Левин, Дж. Коттер) и институциональная теория (формальные и неформальные правила).

Классическая модель изменений Курта Левина (размораживание – изменение – замораживание) прямо указывает на сопротивление как на неизбежную силу, возникающую на этапе «размораживания» при нарушении группового равновесия [12]. Левин подчёркивал, что сопротивление коренится не в индивидах, а в стабильности групповых норм и силе поля (в данном случае – организационного). Таким образом, для преодоления сопротивления необходимо работать не с людьми по отдельности, а изменять «силовое поле» группы – её нормы, ценности, отношения.

Джон Коттер, развивая эти идеи, в своей 8-шаговой модели преобразований выделяет типичные ошибки руководства, провоцирующие сопротивление: отсутствие чувства крайней необходимости, слабая коалиция сторонников, неясное видение, недостаточная коммуникация этого видения, неприятие краткосрочных побед [13, с. 45-48]. В контексте образования это означает, что сопротивление зачастую является симптомом плохого менеджмента изменений: технологии внедряются без создания убедительного образа будущего, без вовлечения педагогов в процесс планирования, без демонстрации быстрых и понятных выгод для них самих и для обучающихся.

Институциональная теория рассматривает организации как системы, погружённые в среду формальных (законы, стандарты, регламенты) и неформальных (традиции, нормы, культуры) институтов [14]. Устойчивость институтов обеспечивается механизмами принуждения, подражания и социального одобрения.

Цифровая трансформация в образовании часто носит характер институционального конфликта:

– во-первых, это проявляется в противоречии с формальными правилами, т.к. жёсткие федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), санитарные нормы (СанПиН), линейные учебные планы зачастую не предусматривают гибкости, необходимой для интеграции новых цифровых форматов. Педагог оказывается в ситуации «двойного зажима»: от него требуют инноваций, но система оценивания и отчётности наказает за отклонение от традиционной формы.

– во-вторых, это конфликт с неформальными нормами. В педагогическом коллективе могут доминировать ценности «опытности», «проверенности» методик. Активное использование цифровых инструментов может рассматриваться как «несерьёзное», «игровое» или расцениваться как вызов авторитету старших коллег. Следовательно, сопротивление поддерживается скрытыми институциональными санкциями со стороны профессионального сообщества.

В этом контексте «педагогическое сопротивление» – это не иррациональный барьер, а рациональная и даже функциональная реакция на институциональные противоречия. Педагог, сопротивляясь, следует логике выживания в системе, правила которой внутренне противоречивы.

Таким образом, проведённый теоретический анализ позволяет преодолеть упрощённое понимание педагогического сопротивления и предложить его интегральное, многоуровневое определение.

«Педагогическое сопротивление» цифровой трансформации – это сложный, системно обусловленный феномен, представляющий собой рациональный ответ субъектов образовательного процесса (педагогов, администраторов) на воспринимаемые угрозы, порождаемые внедрением цифровых технологий. Этот ответ проистекает из взаимодействия трёх пластов детерминации:

- психологического, где сопротивление необходимо рассматривать как защитную реакцию на фрустрацию базовых психологических потребностей (автономии, компетентности, связи с другими) и как механизм сохранения психологического гомеостаза;

- социально-профессионального, в рамках которого сопротивление проявляется как защита сложившегося профессионального габитуса и

целостности профессиональной идентичности от обесценивания в условиях изменения правил образовательного поля;

- организационно-институционального, когда сопротивление как симптом и следствие плохо управляемых изменений, а также как рациональная адаптация к внутренним противоречиям формальных и неформальных институтов образовательной системы.

Таким образом, «педагогическое сопротивление» – это не маргинальное явление, а центральный узел проблематики цифровой трансформации образования, в котором сплетаются личностные драмы, профессиональные кризисы и системные дисфункции. Такая теоретическая рамка задаёт вектор для дальнейшего эмпирического исследования, направленного не на поиск «виноватых» среди педагогов, а на выявление конкретных конфигураций психологических и институциональных факторов, генерирующих сопротивление в конкретных образовательных контекстах. Понимание этих механизмов является необходимым условием для разработки гуманитарных, соучастных и эффективных стратегий цифровой трансформации, в центре которых находится не технология, а человек и его профессиональное достоинство.

Литература

1. Howard, S. K., & Mozejko, A. (2015). Teachers: technology, change and resistance. In Teaching and digital technologies: Big issues and critical questions (pp. 307-317). Cambridge University Press.
2. Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. Educational Technology Research and Development, 47(4), 47-61.
3. Патаракин, Е. Д. (2018). Цифровая трансформация образования: от инструментов к практике. Образовательная политика, (2), 110-125.
4. Freud, S. (2001). *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud, Volume XIX (1923-1925): The Ego and the Id and Other Works*. Vintage Classics.
5. Вачков, И. В. (2017). Психология сопротивления изменениям в организации. Организационная психология, 7(1), 85-99.
6. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Publications.
7. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. Psychological Inquiry, 11(4), 227-268.
8. Бурдье, П. (2005). Социология социального пространства. Институт экспериментальной социологии; Алетейя.
9. Marginson, S. (2008). Global field and global imagining: Bourdieu and worldwide higher education. British Journal of Sociology of Education, 29(3), 303-315.
10. Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. Teaching and teacher education, 20(2), 107-128.
11. Колесникова, Е. Ю. (2020). Профессиональная идентичность педагога в условиях цифровизации образования: вызовы и стратегии адаптации. Психологическая наука и образование, 25(5), 328-340.
12. Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method and reality in social science; social equilibria and social change. Human relations, 1(1), 5-41.
13. Коттер, Дж. П. (2012). Впереди перемен. Альпина Паблишер.
14. North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge university press.

"Pedagogical resistance" as a scientific category in the context of digital transformation of education

Chugunova O.A., Prorokova E.A., Pruttskova S.V., Sapozhnikova E.S.

Russian University of Transport (MIIT), Moscow City Pedagogical University (SAEI HE MGPU), Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

The article provides a critical analysis of the category of "pedagogical resistance" as a key concept for understanding the barriers to digital transformation in education. Overcoming the simplistic interpretations of "technophobia" and "conservatism", the authors consistently reconstruct the theoretical foundations of the study of resistance through the prism of three complementary perspectives: individual-psychological (self-determination theory, the theory of defense mechanisms), sociological and professional (concepts of habitus and field by P. Bourdieu, the theory of professional identity), and organizational-institutional (models of managed change by K. Levin and J. Cotter, institutional theory). The synthesis of these approaches allows us to formulate an integral definition of pedagogical resistance as a rational, systemically conditioned response of an educational subject to threats to its professional identity, autonomy, and established practices that arise in the context of imposed, poorly coordinated institutional changes. This theoretical framework provides a foundation for subsequent empirical research on the determinants and forms of "pedagogical resistance" in the contemporary Russian educational environment.

Keywords: pedagogical resistance, digital transformation of education, theoretical framework, professional identity, habitus, self-determination theory, managed change, institutional barriers.

References

1. Howard, S. K., & Mozejko, A. (2015). Teachers: technology, change and resistance. In Teaching and digital technologies: Big issues and critical questions (pp. 307-317). Cambridge University Press.
2. Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. Educational Technology Research and Development, 47(4), 47-61.
3. Patarakin, E. D. (2018). Digital transformation of education: from tools to practice. Educational Policy, (2), 110-125.
4. Freud, S. (2001). *The Standard Edition of the Complete Psychological Works of Sigmund Freud, Volume XIX (1923-1925): The Ego and the Id and Other Works*. Vintage Classics.
5. Vachkov, I.V. (2017). Psychology of resisting changes in organization. Organizational Psychology, 7 (1), 85-99.
6. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-determination theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness. Guilford Publications.
7. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. Psychological Inquiry, 11(4), 227-268.
8. Bourdieu, P. (2005). Sociology of social space. Institute of Experimental Sociology; Aletheia.
9. Marginson, S. (2008). Global field and global imagining: Bourdieu and worldwide higher education. British Journal of Sociology of Education, 29(3), 303-315.
10. Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. Teaching and teacher education, 20(2), 107-128.
11. Kolesnikova, E. Yu. (2020). Professional identity of the teacher in the context of digitalization of education: challenges and adaptation strategies. Psychological Science and Education, 25 (5), 328-340.
12. Lewin, K. (1947). Frontiers in group dynamics: Concept, method and reality in social science; social equilibria and social change. Human relations, 1(1), 5-41.
13. Cotter, J.P. (2012). Change is ahead. Alpina Publisher.
14. North, D. C. (1990). Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge university press.

Сетевой эффект – экстерналия цифровых платформ

Соколов Михаил Дмитриевич
эксперт по операционным вопросам и продажам, ООО «Домодедово Коммершл Сервисиз», expert6971@gmail.com

Ощутимый рост количества цифровых платформ оказывает значительное влияние на экономику, трансформируя традиционные рыночные механизмы увеличения ценности товаров или услуг. Являясь в большинстве случаев позитивной экстерналией цифровых платформ, сетевой эффект уже долгое время привлекает внимание экономических экспертов как механизм увеличения ценности платформы для каждого пользователя по мере роста количества других пользователей. Именно на сетевые эффекты приходится бо**л**ьшая часть ценности, созданная технологическими отраслями за последние несколько десятилетий. Сетевые эффекты, таким образом, обеспечивают конкурентные преимущества цифровых платформ, повышают их доли рынка, а также образуют новые стратегии работы платформенных организаций. Цель работы – углубление понимания концепции сетевого эффекта, а также тех факторов, которые влияют на формирование и углубление такового. Для достижения цели были поставлены задачи анализа проявления сетевых эффектов в современных условиях, а также выявления аспектов, оказывающих наибольшее влияние в их отношении. Результатом исследования стало осознание многоплановости данной концепции, а также зависимости проявления сетевых эффектов от широкого ряда факторов. Роль сетевых эффектов в деятельности цифровых платформ требует дальнейшего изучения их потенциала.

Ключевые слова: цифровые платформы, сетевой эффект, прямой/косвенный сетевой эффект, закон Меткалфа

Введение

Сегодня цифровые платформы, оказывая беспрецедентное влияние на экономику стран, способствуют росту объема инноваций, стимулированию конкуренции, сокращению производственных издержек, а также облегчают экономическое взаимодействие между разнообразными группами пользователей, охватывая все большее количество отраслей. Исследователи называют сегодняшний период в жизни общества «эрой экономики цифровых платформ», подчеркивая их проникновение во все сферы деятельности человека [1]. Все больше на передний план экономики выходят функции, выполняемые цифровыми платформами: наращивание количества пользователей, предоставление товаров и услуг, установление правил и стандартов отрасли, формирование связей между различными сторонами платформ.

Современные цифровые платформы демонстрируют две важные характеристики: первая – платформам удаётся привлекать многочисленные группы пользователей и поощрять их взаимодействие. Вторая – и, возможно, ключевая характеристика – наличие сетевых эффектов, которые представляет собой позитивную экстерналию, усиливающую экономическую отдачу для каждого пользователя при условии увеличения количества тех, кто пользуется ей. Благодаря цифровым технологиям, которые беспрецедентно усилили возможности трансформации бизнеса в широкую глобальную сеть, особенности сетевого эффекта приводят на платформу новых и новых пользователей. Повсеместно известные цифровые платформы, например, Amazon или Google, достигли такого уровня экономии на масштабах, что способны самостоятельно определять и контролировать то, как потребители и другие компании взаимодействуют с их платформами. В отличие от традиционных бизнес-моделей, которые основаны на продаже товаров и услуг, цифровые платформы являют собой относительно новый инструмент создания и увеличения ценности бизнеса посредством использования беспрецедентных объемов данных таким образом, что это позволяет оказывать значительное влияние на рынки, при этом демонстрируя не линейный, а экспоненциальный рост. Очевидно, что сетевой эффект представляет собой ту экстерналию, которая может обеспечивать конкурентное преимущество платформ с широкой сетью пользователей, давая возможность получать значительные доли рынка. Подчеркивается, что «сетевые экстерналии чрезвычайно важны для понимания стратегий и результатов работы платформенных организаций» [2, p. 1339].

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью расширения теоретического знания о сетевых эффектах, учитывая значительный рост количества цифровых платформ и вызванные этим экономические трансформации. На сегодняшний день вопросы, относящихся к характеру сетевых эффектов и их возможному измерению, остаются недостаточно исследованными, при этом современная экономическая теория испытывает потребность учёта воздействия явлений такого рода на экономику.

Цель исследования – обеспечить углублённое понимание концепции сетевого эффекта, а также факторов, влияющих на формирование и усиление такового. Для достижения этой цели были поставлены задачи проанализировать проявление сетевых эффектов в современных экономических условиях и подходы исследователей к ним, а также выявить аспекты, оказывающие наибольшее влияние в этом отношении. Научная новизна работы состоит в осуществлении анализа сетевых эффектов цифровых платформ через призму определённых факторов, влияющих на масштаб этих эффектов, при этом также во внимание принимается тот экономический контекст, в котором указанные сетевые эффекты проявляются. Теоретическая значимость исследования лежит в обеспечении понимания трансформаций современных экономических процессов, а в практическом ключе результаты работы могут быть использованы при подготовке программ и курсов, посвященных экономической теории.

Методология исследования

Для достижения поставленной нами цели применялся системный подход, предполагающий изучение сетевого эффекта в виде единого целого с учётом взаимовлияния составляющих таковой. Также нами использовался метод исследования публикаций, рассматривающих это экономическое явление, наряду с общенаучными методами анализа и синтеза отобранной информации.

Основная часть

Само понятие «сетевой эффект» появилось более века назад, будучи сформулированным бизнесменом Т. Вейлом. Изучая процессы оптимизации и распространения телефонных услуг, Т. Вейл заметил увеличение значения сетевого эффекта при достижении определенного количества пользователей информационного продукта или услуги. Это количество пользователей стали называть «критической массой пользователей». По достижении такового ценность использования продукта или услуги становится больше заплаченной за него цены [3].

Исследователем Р. Меткалфом был сформулировал т.н. закон Меткалфа. В соответствии с ним, ценность сети пропорциональна квадрату количества узлов в сети. Такими узлами могут быть компьютеры, серверы или просто пользователи. Исследователь приводит пример 10 узлов сети с внутренней ценностью 100 (10 x 10 =100), при добавлении к которым еще одного узла эта стоимость увеличивается до 121. Если будет еще один узел, то ценность повысится до 144, что демонстрирует нелинейный экспоненциальный рост [4]. Несмотря на разнообразие формулировок сетевого эффекта (его называют и «особым случаем положительной экстерналии» [5, p. 28], и «свойством сети, оказывающим влияние на полезность таковой для пользователей» [6, p. 2]), большинство исследователей согласны с определением, данным еще на исходе XX века М. Л. Катцем и К. Шапиро: «сетевой эффект есть основополагающее свойство цифровой платформы, при котором ценность платформы для одного пользователя возрастает по мере увеличения количества других пользователей этой платформы» [7, p. 432]. Это чётко показано на графике, изображенном ниже (Рис. 1)

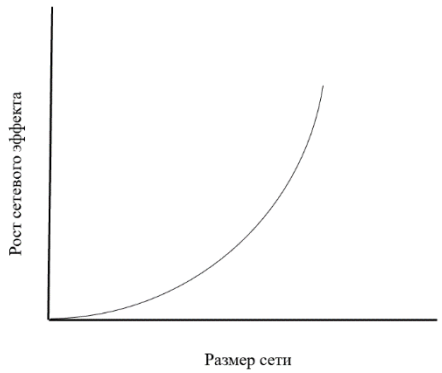


Рис. 1. Типичный сетевой эффект
Источник: [8]

Рисунок 1 иллюстрирует зависимость между ростом размера сети и соответствующим увеличением воздействия сетевого эффекта. Важность и существование такого рода зависимости демонстрируется существующими сегодня цифровыми платформами, действующими в самых разнообразных секторах современной экономики. Рост количества пользователей не только приводит к сетевому эффекту, увеличивая ценность предлагаемого товара или услуги, но и делает положение платформы на рынке более устойчивым. Кроме этого, возможно дальнейшее стимулирование предпринимателей и создателей интеллектуальной собственности к развитию еще более эффективной и самобытной продукции для потребителей.

С началом деятельности цифровых платформ сетевой эффект стал важным показателем их рыночного потенциала: благодаря ему имеется возможность получить конкурентное преимущество именно на цифровых рынках. Платформы действуют как экономические агенты, осуществляющие сведение вместе двух групп пользователей по разным сторонам платформы. Пользователи одной стороны не связаны напрямую с пользователями другой стороны платформы, но при этом каждая сторона подвергается в определенной степени воздействию другой. По мере того, как присоединение пользователей к платформе все больше удешевляется, те платформы, которые способны привлекать значительные количества пользователей, со временем чрезвычайно повышают свою ценность. Также сетевой эффект обеспечивает возможность масштаба: обретаемая платформами и цифровыми компаниями масштабность, обеспечивая больший контроль рынка, дает им конкурентное преимущество. Также по мере роста базы пользователей накапливается и информационная база, что уже само по себе дает возможность совершенствовать алгоритм платформы, персонализировать опыт пользователей и удерживает последних от перехода на другие платформы. Подобное взаимодействие также делает затруднительным повторение той или иной платформенной модели, повышает издержки перехода на другие платформы и «замыкает пользователей и партнеров платформы в единую экосистему» [9]. При этом «полезность продукта для пользователей может зависеть не только от характеристик и качеств самого продукта, но и от доступа к сети людей, использующих этот продукт, от возможностей действовать в рамках сети, их желания действовать тем или иным образом…. при этом рынки рассматриваются как сети, а отношения субъектов происходят не на уровне продукта или вида деятельности, а на уровне реляционных связей [10].

Однако для обеспечения сетевого эффекта компании необходима определенная динамика наращивания количества пользователей, т.е. она должна привлечь достаточное их количество. Последнее, как мы уже указывали, есть критическая масса. По достижении критической массы товар или услуга привлекает еще большее количество пользователей по причине полезности или выгод для потребителя. Впрочем, указывается, что «сетевые эффекты могут обладать разной силой, влияющей на создание ценности и извлечение прибыли, и данная сила может меняться с течением времени, а способность поддерживать сетевые эффекты зависит от структуры цифровой платформы» [11]. Также в отношении достижения критической массы могут возникать проблемы, при этом «качество» пользователей может играть не меньшее значение для создания ценности платформы, чем их количество.

Количественный подсчёт сетевых эффектов довольно затруднителен, поскольку платформенный рост носит, в основном, эндогенный характер. Скажем, изменение дизайна платформы может повлиять на количество пользователей и виды их взаимодействия на платформе, но это не является доказательством сетевого эффекта [12]. К сожалению, применение традиционных методов оценки бизнес-модели таких, как: дисконтированное движение денежных средств, оценка, основанная на активах или отношение цен к доходам, являясь методами подходящими для оценки бизнеса, имеющего определённое количество активов и демонстрирующего линейный рост, – зачастую не работают для понимания долгосрочной ценности, создаваемой сетевым эффектом: например, платформа в начале своего существования может показывать минимальную выручку, но одновременно стремительно наращивать свою базу пользователей. Таким образом, традиционные модели оценки, указанные выше, не способны принять во внимание нематериальные драйверы роста платформ, такие как, например, привлечение пользователей в свою экосистему. Сегодня наблюдаются попытки измерения ценности цифровой платформы посредством альтернативных метрик, дающих возможность охвата поведения пользователей платформы и их вовлеченности в нее. Среди таких метрик – коэффициент оттока и коэффициент сохранения клиентов, стоимость привлечения последних. Некоторые инвесторы применяют описанный нами выше закон Меткалфа, согласно формуле которого ценность сети пропорциональна квадрату количества её пользователей. Впрочем, хотя такого рода методы могут оказаться полезными, зачастую им недостаёт структурности для того, чтобы получить параметры формальной оценки стоимости компании.

Известный исследователь цифровых платформ Дж. Риетвельд, рассматривая сетевые эффектны как основополагающее качество цифровых платформ, утверждает, что чрезвычайно важно понимать разницу между прямыми и косвенными сетевыми эффектами: «когда продукт приобретают более-менее однородные пользователи, то ценность его для них растет. И эти положительные экстерналии ведут к прямым сетевым эффектам. Косвенные же эффекты имеют место, когда пользователи с одной стороны платформы получают выгоды от пользователей с другой стороны платформы» [13].

Прямой сетевой эффект/ косвенный сетевой эффект

Исследователи говорят о двух типах сетевого эффекта: прямом и косвенном. Первый происходит в процессе непосредственного увеличения ценности продукции или услуги по мере увеличения количества пользователей. Иногда же тот или иной вид товара может способствовать появлению новых технологий или инноваций. Если использование такого товара ведет к появлению нового товара, то наблюдается косвенный сетевой эффект. Исследователи утверждают, что обычно сетевые эффекты скорее носят косвенный, чем прямой характер, возникая благодаря взаимодействию различных типов пользователей: Дж. Роше и Дж.Тироль, исследуя такое положение дел, подчеркивали, что «многие рынки или скорее большинство рынков с сетевыми экстерналиями характеризуются присутствием двух отдельных сторон, чьи конечные выгоды исходят из взаимодействия этих сторон на общей платформе» [14].

По мере того, как количество пользователей сети расширяется, сетевой эффект способен углубить их пользовательский опыт, кроме того, может способствовать тому, чтобы к сети присоединялись новые пользователи, которые также могут извлекать выгоду из факта использования сети. Вновь и вновь присоединяющиеся пользователи создают бо̲льшие

объемы контента, услуг, загруженной информации. Стремясь использовать текущие тренды, компании, которые ищут рекламные площадки, также присоединяются к цифровым платформам, что, в свою очередь, ведет к дальнейшему развитию последних, и платформы способны предлагать больше услуг своим пользователям.

В случае цифровых платформ анализ сетевых эффектов носит сложный характер. При присоединении к платформе каждого нового пользователя оказывается воздействие на существующую базу пользователей цифровой платформы. Однако для пользователей по обеим сторонам последней эффект может быть различным, при этом влияние каждого нового пользователя может быть положительным или отрицательным: например, слишком значительное скопление количества пользователей есть отрицательный сетевой эффект, поскольку слишком большое количество тех, кто пользуется цифровой платформой может снизить ценность её использования. Напомним, что «цифровая платформа представляют собой двух- или многосторонние рынки, на которых два и более типа пользователей подключаются к платформе, обеспечивающей обмен или иное получение ценности [16]. Итак, учитывая две или более стороны цифровой платформы, сетевой эффект может быть внутригрупповым, при этом новый присоединившийся пользователь влияет на ценность платформы для всех остальных пользователей «его» стороны, но также он может быть и межгрупповым, при котором каждый дополнительный пользователь оказывает воздействие на ценность платформы для пользователей «другой» стороны.

Таблица 1
Сетевые эффекты на цифровых платформах

	Положительные	**Отрицательные**
Межгрупповые	Пользователи ощущают более высокую ценность платформы, если пользователей на другой «стороне» платформы все больше (например, это позволяет использовать платежные механизмы)	Пользователи ощущают меньшую ценность цифровой платформы, если пользователей на другой «стороне» платформы все больше (например, им может не нравится реклама)
Внутригрупповые	Пользователи ощущают повышение ценности платформы если пользователей на «их» стороне платформы больше (например, им нравится, что их друзья тоже ею пользуются)	Ценность платформы снижается, если количество пользователей на «их» стороне платформы растет (например, предлагающие цену на аукционных сайтах, сталкиваются с конкуренцией)

Источник: www.digitalregulation.org [15]

В Таблице 1 выше показаны разные типа сетевых эффектов, которые способны возникать на двухсторонних платформах. Присутствие межгруппового эффекта на цифровых платформах, особенно если эти эффекты положительны для обеих сторон, может оказывать значительное влияние на структуру рынка. Теоретики экономической науки указывают, что в отличие от односторонних рынков, участники рынков многосторонних являются постоянными членами одной отдельной группы (стороны), которая осуществляет операции с участниками второй группы или нескольких групп; взаимодействуя в рамках платформы с другими пользователями, эти группы преследуют различные цели, предъявляя разные требования к платформе [17].

Внутригрупповые сетевые эффекты

Внутригрупповые сетевые эффекты обычно означают то воздействие, которое оказывает добавление еще одного участника к сети на других участников той же группы. Такое влияние может быть как положительным, так и отрицательным. Если, например, еще один человек присоединяется к платформе, объединяющей людей по профессиональным интересам, например, ищущих работу в данной области и работодателей, то он/она, увеличив количество пользователей платформы, даст бо̀льшие возможности в отношении установления профессиональных связей, а также большего выбора для работодателя. Это и создаст положительный сетевой эффект. И напротив, если кто-то присоединяется к данной платформе в поисках подходящей работы, то это повышает конкуренцию среди участников платформы, что в определенной степени понижает вероятность получения данной работы среди всех. Аналогичным примером может служить пример аукционной продажи чего бы то ни было на платформе, что, несомненно, увеличивает стоимость той заявки цены, которая победила.

Межгрупповые сетевые эффекты

В данном случае имеется в виду влияние увеличившегося количества участников на «другой» стороне платформы. Если мы возьмем в качестве примера цифровой платформы российскую социальную сеть ВК, то увидим, что её модель строится на привлечении значительного количества пользователей, с концентрацией значительных массивов данных пользователей сети. Это дает ВК возможность предлагать рекламодателям эффективные способы достичь целевой аудитории. Получаемый доход дает платформе возможность улучшать пользовательский опыт тех, кто применяет платформу, предлагая им новые функционалы, что, в свою очередь, привлекает еще больше пользователей. Однако, с другой стороны, если такого рода таргетированная реклама воспринимается рядом пользователей как навязчивая и отвлекающая, это может послужить причиной сокращения использования платформы или, в худшем случае, ухода с неё, что может рассматриваться как негативный сетевой эффект. Не следует забывать, что сетевые эффекты способны работать и «в обратную сторону»: присоединение каждого нового пользователя теоретически должно давать сети еще больше пользователей, обеспечивая экспоненциальный рост. Однако тот же самый принцип может дать и экспоненциальное снижение: каждый ушедший клиент может способствовать уходу других [18]. Но все же очевидно, что по мере того, как глобальная экономика продолжает свое продвижение к цифровым платформенным моделям, сетевые эффекты все больше показывают себя в качестве важнейшего фактора увеличения ценности современных компаний. В существующей рыночной парадигме ценность цифровых платформ все больше определяется не только тем, чем они обладает, но также тем, кто использует эти платформы и насколько часто. То есть успех зависит не только от улучшения качества товаров, услуг и покупательского опыта, но также и от того, что именно представляют собой клиенты, покупатели, используемые каналы и поставщики. Исследователи рассуждают, что сетевой эффект не просто создает бо̀льшую ценность для более значительного количества пользователей, а делает этих пользователей более ценными и для цифровой платформы, и друг для друга. Выражаясь, простыми словами, «улучшение» пользователей делает других пользователей лучше. Перед владельцами цифровой платформы встают комплексные вопросы: какие инструменты, методы, технологии могут «сделать пользователей лучше»? Как основанные на собранных данных о пользователях советы или инновационные приложения могут сделать их участие на платформе более эффективным? Ответы на эти вопросы способствуют инновационным решениям» [19]. Сетевой эффект есть сложное явление, на которое оказывает влияние множество факторов, присущих той или иной отрасли, платформе или типу вовлеченности пользователей. С организационной точки зрения, формирование и наращивание сетевого эффекта зависит также от того, насколько успешно компания сегментирует, организовывает работу с клиентами и покупателями, девелоперами и поставщиками, каким именно образом пользователи делятся информацией и осуществляют общение на платформе, а также какие именно навыки и возможности делают пользователей ценными для самих себя, друг друга и для цифровой платформы. Безусловно, оценивая сетевые эффекты в отношении тех прибылей и потенциального роста, которые они могут принести платформам, владельцы последних или их руководство должны внимательно рассмотреть следующие вопросы: как наилучшим образом обеспечить участие пользователей и внесение ими своего вклада в работу платформы, в какой бы форме он не осуществлялся, посредством чего будут создаваться связи между всеми сторонами платформы, которые эти пользователи считают ценными для себя; как самой платформе должным образом распознавать и капитализировать ту ценность, создаваемую посредством участия пользователей, их вклада и образующихся между ними связей, и, в результате, как, полагаясь на сетевые эффекты, ощутимо повысить качество предлагаемого товара и улучшить пользовательский опыт.

Заключение

Исследователи снова и снова справедливо указывают, что та степень, в которой демонстрируется намерение опираться на ценностный компонент продукта или услуги, способного давать сетевой эффект, является важнейшей стратегической позицией цифровой платформы. Если это осуществляется успешно, то возможно получение значительной доли рынка, если же сетевой эффект не материализуется в этом отношении, то результата не будет [20]. Признаётся, что не все сетевые эффекты одинаковы и не все возможно поддерживать на одном и том же уровне с течением времени. Учитывая различия рынков и моделей цифровых платформ, будут сохраняться и различия между видами сетевых эффектов и то, в какой степени на них полагаются владельцы платформ для увеличения ценности продукта. Исследователи справедливо предлагают, что в будущем «целесообразно расширить понимание сетевых эффектов в контексте интероперабельности (совместимости) новых технологий/платформ с существующими продуктами, решениями и платформами. …провести более детальный поиск значимых факторов, влияющих на рост полезности цифровой платформы и цифровых продуктов» [21].

Литература

1. Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality (E.G. Popkova, Sergi B. (Eds). Berlin: Springer Nature, 2020
2. Cennamo C., Santalo J. Platform competition: strategic trade-offs in platform markets// Strategic Management Journal. 2013. No. 34. P. 1331-1350
3. Дятлов С.А. Теоретические подходы к оценке сетевых эффектов // Современные технологии управления. 2017. No. 4 (76). С. 2-8
4. Metcalfe B. Metcalf's law after forty years of ethernet // Computer. 2013. No. 46 (12). P. 26-31
5. Huang J., Gao L. Wireless network pricing // Synth Lect Community Network. 2019. No.6 (2). P. 1-176
6. Kato K, Negoro T. A theoretical review of network effects on platform products // Proceedings of the 51st Annual Meeting of the ISSS – 2007 URL: //http://journals.isss.org/index.php.proceedings51st/ article/view (дата обращения: 16.12. 2024)
7. Katz M.L., Shaprio C. Network externalities, competition and compatibility // The American Economic Review. 1985. No.75. P.424-440
8. Coolica D., Jin L. The dynamics of network effects. 2018. URL: https://a16z.com/the-dynamics-of-network-effects (дата обращения: 04.01.2025)
9. Valuing digital platforms through network effects. Anderson. Financial Valuation. 2025. URL: https://eg.andersen.com/valuing-through-network-effects (дата обращения: 02.11.2025)
10. Соловьев И.В., Шайдуллин А.И. Перспектива применения теории сетевых эффектов для управления межорганизационными сетями // Журнал Новой экономической ассоциации. № 2 (63). С. 12–33.
11. Чжу Ф. Янсити М. Почему одни платформы успешны, а другие нет // Harvard Business Review (Россия). 2019. URL: https://hbrrussia.ru/innovatsii/tekhnologii/792610 (дата обращения: 16. 11. 2023).
12. Moazed A., Johnson L.N. Modern monopolies what it takes to dominate the 21st century economy. New York: St, Martin's Press, 2016.
13. Rietveld, J., Ploog, J. N., Nieborg, D. B. Coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes // Academy of Management Discoveries. 2020. No. 6(3). P. 488-513.
14. Rochet J.C., Tirole J. Platform competition in two-sided markets // Journal of the European Economic Association. 2003. No. 1 (4). P. 990-1029
15. Digital Regulation Platform. Explanation of externalities on digital platforms. Competition and Economics. 2020. URL: //https://digitalregulation.org/explanation-of-externalities-on-digital-platforms (дата обращения: 10.12. 2025)
16. Martens B. An economic policy perspective on online platforms// Institute for Prospective Technological Studies. Digital Economy working paper. 2016. No. 5. P. 41-49
17. Яблонский С.А. Многосторонние платформы и рынки: основные подходы, концепции, практики // Российский журнал менеджмента. 2013. No. 4. С. 57-78
18. Evans D., Schmalensee R. Network effects: march to the evidence, not to the slogans. SSRN Electronic Journal. 2017. URL: http://ssrn.evanssshmalensee450198
19. Schrage M. Rethinking networks: exploring strategies for making users more valuable// MIT IDE Research Brief. 2016. No. 1 (4). P. 51-59
20. Rietveld J., Shilling M. Platform competition: a systematic and interdisciplinary review of the literature // Journal of Management. 2020. No. 47 (6). P. 48-65
21. Шайдуллин А.И. Влияние сетевых эффектов на цифровые платформы: теоретические положения и эмпирический анализ//Российский журнал менеджмента. 2024. No. 3. С. 401- 429

Network effect as digital platforms externality

Sokolov M.D.
OOO 'Domodedovo Commercial Services'

JEL classification: B41, E22, E44, N01, N10, O33, O38

Feasible growth of the number of digital platforms impacts the economy, transforming traditional market mechanisms increasing goods and services value. Being in most cases a positive externality of digital platforms, network effect has been the economic experts' focus for quite a long time: it is described as a mechanism of increasing a platform value for each user when the number of other users grows. It is the network effect, which accounts for the major part of value created by technological industries over the last decades. Thus, they foster competitive advantages of digital platforms, increase their market share as well as establish new strategies of platform organizations performance. This paper is aimed at yielding more insight into network effect concept as well as those factors impacting its origin and enhancement. To achieve such aim, the tasks of analyzing the way network effects demonstrate themselves in present-day conditions, and also revealing the most important dimensions affecting network effects were set. The results of the study proved the multi-faceted nature of network effects as well as their interrelation with numerous factors. The critical role of network effects requires further research of their potential.

Keywords: digital platforms, network effect, direct/ indirect network effect/ Metcalf's law.

References

1. Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality (E.G. Popkova, Sergi B. (Eds). Berlin: Springer Nature, 2020
2. Cennamo C., Santalo J. Platform competition: strategic trade-offs in platform markets// Strategic Management Journal, 2013, 34, 1331- 1350
3. Dyatlov S. A. Theoretical approaches to network effects assessment. Sovremennye tekhnologii upravleniya = Modern technologies of management, 2017, 4 (76), 2-8 (In Russ.)
4. Metcalfe B. Metcalf's law after forty years of ethernet. Computer, 2013, 46 (12), 26-31
5. Huang J., Gao L. Wireless network pricing. Synth Community Network. 2019, 6 (2), 1-176
6. Kato K, Negoro T. A theoretical review of network effects on platform products. Proceedings of the 51st Annual Meeting of the ISSS – 2007 URL: //http://journals.isss.org/index.php.proceedings51st/ article/view (date of access: 16.12. 2024)
7. Katz M.L., Shaprio C. Network externalities, competition and compatibility. The American Economic Review, 1985, 75, 424-440
8. Coolica D., Jin L.The dynamics of network effects. 2018. URL: https://a16z.com/the-dynamics-of-network-effects (date of access: 04.01.2025)
9. Valuing digital platforms through network effects. Anderson. Financial Valuation. 2025. URL: https://eg.andersen.com/valuing-through-network-effects (date of access: 02.11.2025)
10. Solov'ev I.V., Shaydullin A.I. Prospects of applying network effects theory for managing interorganizational networks. Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii = Journal of New Economic Association, 2 (63), 12–33 (In Russ.)
11. Chzhu F., Yansiti M. Why some platforms are successful while others are not. Harvard Business Review (Russia). 2019. URL: https://hbrrussia.ru/innovatsii/tekhnologii/792610 (date of access: 16. 11. 2024).
12. Moazed A., Johnson L.N. Modern monopolies what it takes to dominate the 21st century economy. New York: St, Martin's Press, 2016.
13. Rietveld, J., Ploog, J. N., Nieborg, D. B. Coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes. Academy of Management Discoveries. 2020, 6(3), 488-513.
14. Rochet J.C., Tirole J. Platform competition in two-sided markets // Journal of the European Economic Association. 2003, 1 (4), 990-1029
15. Digital Regulation Platform. Explanation of externalities on digital platforms. Competition and Economics. 2020. URL: //https://digitalregulation.org/explanation-of-externalities-on-digital-platforms (date of access: 10.12. 2025)
16. Martens B. An economic policy perspective on online platforms// Institute for Prospective Technological Studies. Digital Economy working paper. 2016, 5, 41-49
17. Yablonsky S.A. Multi-sided platforms and markets: major approaches, concepts and practices. Rossiysky zhurnal menedzhmenta = Russian Journal of Management, 2013, 4, 57-78 (In Russ.)
18. Evans D., Schmalensee R. Network effects: march to the evidence, not to the slogans. SSRN Electronic Journal, 2017. URL: http://ssrn.evanssshmalensee450198
19. Schrage M. Rethinking networks: exploring strategies for making users more valuable. MIT IDE Research Brief, 2016, 1 (4), 51-59
20. Rietveld J., Shilling M. Platform competition: a systematic and interdisciplinary review of the literature. Journal of Management, 2020, 47 (6), 48-65
21. Shaydullin A.I. Network effects impact on digital platforms: theoretical provisions and empirical analysis. Rossiysky zhurnal menedzhmenta = Russian Journal of Management, 2024, 3, 401- 429 (In Russ.)

Факторы устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики

Ван Чэнь
магистр, МГУ, 572104756@qq.com

В статье исследуются факторы и механизмы обеспечения устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики. Показано, что усиление геополитической напряженности, санкционного давления, технологического размежевания, логистических ограничений и дифференциации институциональных режимов меняет традиционную логику функционирования глобальных цепочек стоимости, смещая приоритет с минимизации издержек на сочетание эффективности, адаптивности и управляемости. Уточняется содержание понятия устойчивости глобальных цепочек стоимости как способности системы противостоять внешним шокам, адаптироваться к изменению среды, восстанавливать нарушенные связи и сохранять непрерывность создания добавленной стоимости. Выявлено, что устойчивость формируется под воздействием структурных, технологических, институционально-политических, организационно-управленческих и социально-экологических факторов. Обосновано, что их практическая реализация осуществляется через механизмы диверсификации, регионализации и локализации, цифровизации, институциональной координации и стратегической гибкости. Сделан вывод о том, что в условиях мировой фрагментации устойчивость становится системообразующим принципом трансформации глобальных цепочек стоимости.

Ключевые слова: глобальные цепочки стоимости, устойчивость, фрагментация мировой экономики, регионализация, диверсификация.

Введение

На современном этапе развития мировой экономики глобальные цепочки стоимости продолжают оставаться одной из ключевых форм организации международного производства, торговли и распределения добавленной стоимости. Вместе с тем условия их функционирования существенно изменились. Если в предшествующий период доминировала логика углубления глобализации, основанная на минимизации издержек, территориальной дисперсии производственных операций и росте трансграничной взаимозависимости, то в последние годы все более заметной становится тенденция к фрагментации мирового хозяйства. Усиление геополитической напряженности, распространение санкционных ограничений, рост протекционистских мер, технологическое размежевание, перестройка международной логистики и дифференциация регуляторных режимов оказывают прямое влияние на структуру и принципы функционирования глобальных цепочек стоимости.

В этих условиях проблема устойчивости глобальных цепочек стоимости приобретает не только теоретическое, но и прикладное значение. Речь идет уже не просто о сохранении эффективности международного производства, а о способности цепочек стоимости адаптироваться к внешним шокам, поддерживать непрерывность создания добавленной стоимости, компенсировать разрывы в поставках и перестраивать конфигурацию взаимодействий в ответ на изменение внешней среды. Следовательно, устойчивость становится одной из центральных характеристик современной модели ГЦС и одновременно важным ориентиром для выработки экономической, промышленной и внешнеторговой политики.

Актуальность исследования определяется тем, что фрагментация мировой экономики меняет саму логику трансграничной кооперации: вместо универсальной глобальной оптимизации усиливается значение диверсификации, регионализации, институциональной совместимости, цифровой прозрачности и стратегической гибкости. Это требует уточнения теоретических подходов к анализу устойчивости глобальных цепочек стоимости и выявления тех механизмов, благодаря которым отдельные структурные, технологические, институциональные и управленческие параметры преобразуются в способность системы противостоять внешним нарушениям.

Целью статьи является выявление и систематизация факторов устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики, а также раскрытие механизмов, посредством которых эти факторы обеспечивают адаптацию, восстановление и сохранение непрерывности создания стоимости. Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи: уточняется содержание понятия устойчивости глобальных цепочек стоимости; раскрывается влияние фрагментации мировой экономики на изменение логики функционирования ГЦС; анализируются основные группы факторов, определяющих устойчивость цепочек стоимости; обосновываются ключевые механизмы ее обеспечения в современных условиях.

Объектом исследования выступают глобальные цепочки стоимости как форма организации международного воспроизводственного процесса. Предмет исследования составляют экономические отношения, факторы и механизмы, определяющие устойчивость глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики. Методологическую основу статьи составляют методы теоретического анализа, научного обобщения, сравнительного и структурно-логического подходов. Научная новизна исследования заключается в том, что устойчивость глобальных цепочек стоимости рассматривается не как статическое состояние или частная характеристика логистической непрерывности, а как комплексное свойство системы, формирующееся на пересечении структурных, технологических, институционально-политических, организационно-управленческих и социально-экологических факторов. Показано, что в условиях мировой фрагментации устойчивость обеспечивается не одним доминирующим фактором, а взаимосвязанным действием механизмов диверсификации, регионализации, цифровизации, институциональной координации и стратегической гибкости.

Теоретические основы исследования устойчивости глобальных цепочек стоимости

В современной экономической литературе глобальные цепочки стоимости рассматриваются не просто как совокупность трансграничных производственных стадий, а как сложная сеть распределения функций создания, присвоения и перераспределения добавленной стоимости

между странами, фирмами и институциональными средами. В этом смысле глобальные цепочки стоимости отличаются от традиционного международного разделения труда: если классическая модель опиралась преимущественно на межотраслевую специализацию стран, то современная логика ГЦС основана на внутриотраслевой фрагментации производства, функциональной дифференциации операций и транснациональном координировании отдельных звеньев единого воспроизводственного процесса. Как показывают Чэн Хуэйфан и Юань Цзяюй, развитие цифровых технологий ускоряет переход от линейной формы международной кооперации к более гибким сетевым конфигурациям, в которых важное значение приобретают не только производственные мощности, но и контроль над данными, логистикой и ключевыми нематериальными активами [1].

Эволюция глобальных цепочек стоимости в последние годы позволяет говорить о смене доминирующей парадигмы их развития. Если на предыдущем этапе глобализации приоритет отдавался минимизации издержек и максимальной географической дисперсии операций, то в настоящее время возрастает значение управляемости, предсказуемости и стратегической совместимости участников. В этом контексте Ду Чжицянь подчеркивает, что устойчивость в условиях цифрового и внешнеэкономического давления должна пониматься не только как сопротивляемость шокам, но и как способность экономической системы сохранять траекторию развития через структурную адаптацию и перераспределение ресурсов [2]. Такой подход особенно важен для исследования ГЦС, поскольку их устойчивость определяется уже не только глубиной включенности в мировое производство, но и возможностью быстро менять конфигурацию поставок, рынков и кооперационных связей.

Следовательно, понятие устойчивости глобальных цепочек стоимости целесообразно раскрывать в нескольких взаимосвязанных измерениях: как способность противостоять внешним шокам, адаптироваться к изменению среды, восстанавливать нарушенные связи и трансформировать организационную архитектуру без утраты способности к созданию стоимости. В этом плане важен вывод Ли Дань, У Туна, Ли Жу и У Цзе: устойчивость ГЦС формируется не спонтанно, а через институциональные механизмы согласования, снижение рискованности сетевого взаимодействия и усиление координации между участниками цепочки [3]. Иначе говоря, устойчивость — это не простое «сохранение прежнего состояния», а способность цепочки воспроизводить стоимость в изменившихся условиях, в том числе через регионализацию, диверсификацию и институциональное углубление экономических связей.

Особую значимость данная проблематика приобретает в условиях фрагментации мировой экономики. Е. Н. Смирнов определяет современную фрагментацию международной торговли как результат нарастающих геополитических противоречий, усиления протекционизма, расхождения регуляторных режимов и роста внеэкономических ограничений, влияющих на маршруты торговли и инвестиционные решения [4]. Для глобальных цепочек стоимости это означает изменение самой логики функционирования: вместо прежней универсальной глобальной интеграции усиливаются блоковое взаимодействие, политизация торговых потоков, технологическое размежевание и многоканальная перестройка логистики. Вследствие этого эффективность как единственный критерий организации цепочки утрачивает прежний приоритет, уступая место критериям надежности, резервирования и стратегической автономии.

Дальнейшее развитие этой позиции представлено в работе О. Р. Грековой, где геоэкономическая фрагментация трактуется как процесс дезинтеграции единого мирового хозяйственного пространства и формирования относительно автономных региональных торгово-производственных кластеров [5]. В таких условиях трансформация ГЦС проявляется в распространении ближний хорринг, решоринг, модели Китай+1, диверсификации поставщиков и создании избыточных резервов. Следовательно, в теоретическом плане устойчивость глобальных цепочек стоимости следует рассматривать как комплексную характеристику их способности поддерживать процесс создания добавленной стоимости в условиях усиливающейся геоэкономической, институциональной и технологической неоднородности мировой экономики. Именно такое понимание образует концептуальную основу для дальнейшего анализа факторов устойчивости ГЦС в условиях фрагментации мирового хозяйства.

Основные факторы устойчивости глобальных цепочек стоимости

Устойчивость глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики формируется под воздействием комплекса факторов, которые проявляются на разных уровнях от конфигурации самой цепочки до качества институтов, управленческих решений и внешней социальной среды. Поэтому ее нельзя сводить только к способности компенсировать отдельные сбои поставок. Речь идет о более широком свойстве системы сохранять непрерывность создания добавленной стоимости, адаптироваться к изменению внешних условий и поддерживать функциональную связанность звеньев при росте геоэкономической, технологической и регуляторной неопределенности.

Прежде всего, важнейшее значение имеют структурные факторы. Чем выше концентрация ключевых поставок, производственных операций или логистических узлов в ограниченном числе стран и контрагентов, тем выше риск каскадных нарушений при внешнем шоке. В то же время полная децентрализация также не является оптимальным решением, поскольку она увеличивает издержки координации и снижает операционную эффективность. В современных условиях устойчивость обеспечивается скорее сбалансированной архитектурой сети, сочетающей диверсификацию источников поставок, наличие альтернативных рынков сбыта, пространственное распределение производственных мощностей и допустимый уровень резервирования. Иными словами, чрезмерная концентрация действительно повышает краткосрочную эффективность, но делает цепочку более уязвимой, тогда как умеренная диверсификация и наличие заменяемых каналов повышают ее способность к перенастройке без разрушения всей системы [6].

Не менее значимы технологические факторы, поскольку именно они определяют степень прозрачности, управляемости и адаптивности глобальной цепочки стоимости. Использование цифровых платформ, инструментов мониторинга поставок, больших данных и алгоритмов прогнозирования позволяет не только быстрее выявлять риски, но и принимать решения по перенаправлению потоков, замене поставщиков и перераспределению производственных операций. В условиях внешних ограничений особую роль играют автоматизация и интеллектуальные производственные технологии, которые уменьшают зависимость от локальных сбоев и облегчают перенос отдельных стадий производства в другие юрисдикции. При этом для трансграничного взаимодействия критически важна совместимость технических и цифровых стандартов: даже при наличии альтернативных партнеров отсутствие совместимых протоколов, стандартов данных и регуляторных режимов способно блокировать быструю перенастройку цепочки. Следовательно, технологический потенциал выступает не только фактором роста производительности, но и фактором координационной устойчивости, обеспечивающим восстановление системы после разрыва [7].

В условиях мировой фрагментации резко возрастает роль институциональных и политических факторов. Устойчивость глобальных цепочек стоимости во все большей степени зависит от стабильности торговых правил, предсказуемости внешнеэкономической политики, надежности расчетной инфраструктуры, прозрачности таможенного режима и защищенности трансграничных контрактов. Напротив, санкции, экспортный контроль, ограничения на передачу технологий и политизация инвестиционных решений формируют среду, в которой экономическая эффективность перестает быть главным критерием размещения производственных функций. В таких условиях особое значение приобретают институционально совместимые пространства региональные соглашения, устойчивые торговые режимы и партнерства, позволяющие снизить регуляторные риски и закрепить долгосрочные каналы кооперации. Следовательно, институциональная устойчивость сегодня означает не столько универсальность правил, сколько наличие предсказуемого и относительно защищенного контура взаимодействия между участниками цепочки [8]. На уровне фирмы устойчивость определяется организационно-управленческими факторами. Здесь ключевую роль играют модели корпоративного управления, глубина интеграции с поставщиками, качество риск-менеджмента, практика формирования страховых запасов и способность компании быстро переключаться между источниками снабжения и рынками реализации. В последние годы транснациональные компании все активнее используют стратегии переноса производства в близлежащие страны,размещения производственных звеньев в дружественных юрисдикциях, локализации отдельных операций и формирования дублирующих каналов поставок. Эти решения повышают издержки по сравнению с прежней ультраоптимизированной моделью, но одновременно уменьшают вероятность критического разрыва цепочки. Следовательно, устойчивость в управленческом смысле связана с переходом от логики минимизации затрат к логике стратегической гибкости, где приоритет отдается не предельной дешевизне, а способности системы продолжать функционировать в неблагоприятной внешней среде [9].

Наконец, нельзя игнорировать социально-экологические факторы. Квалификация рабочей силы, уровень человеческого капитала, наличие компетенций в области цифрового управления и организационного обучения определяют, насколько быстро участники цепочки могут адаптироваться к новым условиям. Одновременно усиливается влияние ESG-требований, климатических рисков, экологических стандартов, а также

факторов социальной ответственности и деловой репутации. Экологические катастрофы, энергопереход, дефицит ресурсов и общественное давление на компании способны нарушать не менее существенно, чем торговые ограничения, особенно в ресурсоемких и трудоемких сегментах ГЦС. Поэтому современная устойчивость цепочки стоимости включает не только экономическую и институциональную, но и социально-экологическую составляющую: чем выше способность участников соблюдать стандарты устойчивого развития и сохранять кадровый, технологический и репутационный потенциал, тем выше вероятность долгосрочного сохранения всей цепочки [10].

На основе проведенного анализа представляется целесообразным обобщить логику формирования устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики в виде теоретической схемы (Таблица 1).

Таблица 1

Трансформация логики функционирования глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики

Критерий	Традиционная модель ГЦС	Современная модель ГЦС в условиях фрагментации
Основной приоритет	Минимизация издержек	Сочетание эффективности и устойчивости
Пространственная организация	Глобальная дисперсия	Регионализация и локализация
Управление рисками	Ограниченное	Системное и превентивное
Логистика	Оптимизированная	Диверсифицированная
Технологическая база	Функциональная цифровизация	Сквозная цифровая прозрачность
Институциональная среда	Относительно универсальная	Фрагментированная и блоковая

Современная модель глобальных цепочек стоимости формируется под воздействием не только экономических, но и геополитических, институциональных и технологических ограничений. По сравнению с традиционной моделью, ориентированной преимущественно на снижение издержек, новая конфигурация ГЦС характеризуется усилением роли регионализации, превентивного управления рисками, цифровой прозрачности и стратегической гибкости. Это позволяет сделать вывод о том, что устойчивость становится не вспомогательным, а системообразующим принципом функционирования глобальных цепочек стоимости в условиях фрагментации мировой экономики.

Таким образом, устойчивость глобальных цепочек стоимости формируется как результат взаимодействия пяти групп факторов. Структурные параметры определяют степень уязвимости сети, технологические возможности мониторинга и адаптации, институционально-политические пределы трансграничной кооперации, организационно-управленческие практическую гибкость компаний, а социально-экологические долгосрочную воспроизводимость условий создания стоимости. Именно их совокупное действие позволяет объяснить, почему в условиях фрагментации мировой экономики устойчивыми оказываются не самые глобально протяженные и не самые дешевые цепочки, а те, которые сочетают диверсификацию, технологическую связанность, институциональную предсказуемость и стратегическую управляемость.

Механизмы обеспечения устойчивости глобальных цепочек стоимости в условиях мировой экономической фрагментации

В условиях мировой экономической фрагментации устойчивость глобальных цепочек стоимости формируется не автоматически и не сводится к наличию отдельных преимуществ у компаний или стран. Она возникает как результат действия определенных механизмов, которые позволяют переводить структурные, технологические, институциональные и управленческие ресурсы в практическую способность цепочки сохранять непрерывность создания добавленной стоимости. Поэтому в данном случае принципиально важно перейти от простого перечня факторов к анализу того, каким образом они начинают работать в ситуации нарастающей геоэкономической неопределенности, усиления санкционного давления, расхождения нормативных режимов и повышения уязвимости международной логистики.

Наиболее очевидным механизмом обеспечения устойчивости выступает диверсификация. Ее значение заключается не только в расширении числа поставщиков, но и в перераспределении зависимости между различными источниками снабжения, рынками сбыта, транспортными маршрутами, валютно-платежными каналами и технологическими платформами. Если цепочка опирается на один критический узел, она становится чувствительной даже к локальному нарушению, которое при высокой взаимозависимости быстро приобретает системный характер. Диверсификация снижает эту зависимость, превращая риск полного разрыва в риск частичного нарушения, которое может быть компенсировано за счет альтернативных контрагентов и маршрутов. Особенно важно, что в современных условиях данный механизм тесно связан с цифровыми инвестициями: они позволяют быстрее находить новых поставщиков, оценивать надежность партнеров, снижать стоимость переключения и сокращать время восстановления нарушенных связей. Тем самым диверсификация становится не просто формой расширения сети, а способом управляемого распределения уязвимости внутри цепочки.

Однако сама по себе диверсификация не устраняет проблему внешней нестабильности, если ключевые элементы цепочки остаются чрезмерно удаленными от центров конечного спроса или встроенными в политически конфликтные пространства. По этой причине важным механизмом адаптации становится регионализация и локализация. Их смысл состоит в том, что география создания стоимости перестраивается в сторону более компактных, институционально совместимых и логистически управляемых контуров. Речь идет не о полном отказе от глобальных связей, а о смещении акцента с модели «глобально оптимальной» цепочки на модель «регионально контролируемой» цепочки. переноса производства в близлежащие страны,размещения производственных звеньев в дружественных юрисдикциях и локализация отдельных производственных операций позволяют приблизить критические стадии производства к ключевым рынкам, сократить длину поставок, уменьшить зависимость от нестабильных транзитных коридоров и повысить предсказуемость взаимодействия между участниками. В результате устойчивость обеспечивается уже не максимальной географической экспансией, а более сбалансированным сочетанием глобального охвата и региональной управляемости [11]. С этими процессами напрямую связана цифровизация, которая в современных условиях превращается в самостоятельный механизм повышения устойчивости. Чем более фрагментированной становится внешняя среда, тем выше значение своевременной информации, точности прогнозирования и способности координировать большое число участников, находящихся в разных юрисдикциях. Цифровые платформы, технологии мониторинга в реальном времени, аналитика больших данных и алгоритмы риск-менеджмента позволяют не только фиксировать уже возникшие сбои, но и выявлять потенциальные узкие места до того, как они приведут к остановке цепочки. За счет этого сокращается временной разрыв между возникновением шока и ответной реакцией, упрощается перераспределение заказов, быстрее осуществляется перенастройка поставок и усиливается межузловая согласованность действий. Иными словами, цифровизация делает цепочку не просто более эффективной, а более наблюдаемой, синхронизированной и способной к самокоррекции, что особенно важно в условиях многократных внешних возмущений.

Долгосрочная устойчивость невозможна и без институциональной координации. Даже при наличии резервных поставщиков и цифровых инструментов цепочка остается уязвимой, если участники работают в среде нестабильных правил, несовместимых стандартов и политически изменчивых условий трансграничного обмена. Поэтому важнейшим механизмом становится согласование торговых, таможенных, сертификационных, платежных и логистических режимов. В этом контексте особую роль играют региональные торговые соглашения нового поколения, поскольку они не ограничиваются снижением тарифов, а уменьшают институциональные трения, снижают информационные издержки, способствуют технологическим переливам и формируют более предсказуемую среду для кооперации. За счет этого устойчивость цепочки повышается не только на уровне торговли, но и на уровне распределения производственных функций, поскольку участники получают возможность выстраивать долгосрочные связи в более стабильном нормативном пространстве.

Наконец, перечисленные механизмы приобретают завершенный характер лишь тогда, когда дополняются стратегической гибкостью. Современная глобальная цепочка стоимости не может оставаться устойчивой, если она построена исключительно по принципу максимальной экономии затрат и минимизации запасов. В условиях фрагментации такая модель слишком чувствительна к любому внешнему шоку. Поэтому все большее значение приобретают стратегические запасы, двойное и тройное снабжение, резервные мощности, дублирование критических операций и повышение автономности в чувствительных сегментах. Это означает переход от логики предельной «бережливости» к логике управляемой эластичности, при которой часть эффективности сознательно обменивается на снижение системного риска. Именно такой подход позволяет не только переживать единичные сбои, но и проводить более глубокую реконфигурацию цепочки без утраты способности к созданию стоимости. В этом смысле устойчивость выступает не статическим свойством, а результатом постоянного балансирования между эффективностью, резервированием и способностью к перестройке [12].

Таким образом, в условиях мировой экономической фрагментации устойчивость глобальных цепочек стоимости обеспечивается через взаимосвязанное действие нескольких механизмов. Диверсификация снижает зависимость от единичных узлов, регионализация повышает пространственную управляемость, цифровизация усиливает прозрачность и скорость реакции, институциональная координация уменьшает регуляторные трения, а стратегическая гибкость создает основу для восстановления и перенастройки. Лишь их совместное действие позволяет сохранить непрерывность трансграничного создания стоимости в среде, где прежняя модель глобальной эффективности уступает место модели селективной связанности, контролируемой взаимозависимости и адаптивной устойчивости.

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что в условиях фрагментации мировой экономики устойчивость глобальных цепочек стоимости становится не вспомогательной, а системообразующей характеристикой их функционирования. В отличие от прежней модели, ориентированной преимущественно на минимизацию издержек и максимальную пространственную дисперсию производственных операций, современная конфигурация ГЦС формируется под воздействием геополитических, институциональных, технологических и логистических ограничений. В результате устойчивость следует рассматривать как комплексное свойство цепочки стоимости, включающее способность противостоять внешним шокам, адаптироваться к изменениям среды, восстанавливать нарушенные связи и сохранять непрерывность создания добавленной стоимости. Установлено, что данное свойство определяется совокупным действием структурных, технологических, институционально-политических, организационно-управленческих и социально-экологических факторов, которые в современных условиях задают пределы и возможности трансграничной кооперации.

Вместе с тем устойчивость глобальных цепочек стоимости обеспечивается не самими факторами как таковыми, а механизмами их практической реализации. Ключевое значение в этой связи приобретают диверсификация поставок, рынков и маршрутов, регионализация и локализация отдельных звеньев производства, цифровизация процессов координации и мониторинга, институциональная согласованность правил взаимодействия, а также формирование стратегической гибкости на уровне компаний и государств. Именно сочетание этих механизмов делает возможным переход от логики предельной эффективности к логике управляемой устойчивости. Следовательно, фрагментация мировой экономики не означает демонтаж глобальных цепочек стоимости, а ведет к их глубокой трансформации, в рамках которой приоритет получают не наиболее протяженные и дешевые, а наиболее адаптивные, диверсифицированные и институционально совместимые формы организации международного производства.

Литература

1. Чэн Хуэйфан, Юань Цзяюй. Цифровые технологии и разделение труда в глобальных цепочках стоимости, ориентированных на внутренний спрос: теоретическая логика и эмпирические данные // Чжэцзянские социальные науки. 2024. № 3(331). С. 54–68, 157.
2. Ду Чжицянь. Исследование усиливающего эффекта участия в цифровых глобальных цепочках стоимости на экономическую устойчивость // Экономист. 2023. № 4. С. 33–43.
3. Ли Дань, У Тун, Ли Жу, У Цзе. Углубление региональных торговых соглашений и устойчивость глобальных цепочек стоимости // Вопросы международной торговли. 2025. № 12. С. 29–48.
4. Смирнов Е. Н. Фрагментация международной торговли: промежуточные результаты, вызовы и проблемы для политики // Международная торговля и торговая политика. 2024. Т. 10, № 3. С. 5–23.
5. Грекова О. Р. Трансформация глобальных цепочек создания стоимости в условиях геоэкономической фрагментации: теоретико-методологический анализ // Вестник Евразийской науки. 2025. Т. 17, спецвып. 1.
6. Ша Вэньбин, Лю Яовэнь, Юй Янь. Способствуют ли цифровые вложения повышению устойчивости импортных производственных цепочек поставок? Эмпирическое исследование на основе данных китайских компаний, зарегистрированных на рынке акций класса А // Исследования мировой экономики. 2025. № 10. С. 15–30, 135. .
7. Ци Цзюньянь, Ли Юэхуэй. Влияние сетевого положения правил цифровой торговли в рамках РТС на устойчивость глобальных цепочек стоимости // Исследования мировой экономики. 2025. № 1. С. 57–70, 117, 135.
8. Федюнина А. А., Симачев Ю. В. Устойчивость российских компаний в цепочках создания стоимости к санкционному шоку // Журнал Новой экономической ассоциации. 2023. № 3(60). С. 180–187.
9. Симачев Ю. В., Федюнина А. А., Юревич М. А. Решоринг или офшоринг: как меняется мировое производство в глобальных цепочках стоимости // Мировая экономика и международные отношения. 2023. Т. 67, № 10. С. 71–81.
10. Зайцев Д. В., Дементьев А. А., Федюнина А. А., Ружанская Л. С. Устойчивость компаний в глобальных цепочках создания стоимости в период внешних шоков на примере первой волны пандемии COVID-19 // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2025. Т. 60, № 2. С. 83–105.
11. Мальцев А. А. «Регионализация» глобальных цепочек создания стоимости: офшоризация или решоризация? // Российский внешнеэкономический вестник. 2024. № 4. С. 7–25.
12. Смородинская Н. В., Катуков Д. Д., Малыгин В. Е. Глобальные стоимостные цепочки в эпоху неопределенности: преимущества, уязвимости, способы укрепления резильентности // Балтийский регион. 2021. Т. 13, № 3. С. 78–107.

Factors of Global Value Chain Resilience in the Context of the Fragmentation of the World Economy

Wang Chen
Moscow state university

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the factors and mechanisms that ensure the resilience of global value chains amid the fragmentation of the world economy. It shows that growing geopolitical tensions, sanctions pressure, technological decoupling, logistical constraints, and the differentiation of institutional regimes are transforming the traditional logic of global value chain functioning, shifting the priority from cost minimization to a combination of efficiency, adaptability, and controllability. The paper уточняет the concept of global value chain resilience as the ability of the system to withstand external shocks, adapt to changes in the environment, restore disrupted linkages, and maintain the continuity of value creation. It is demonstrated that resilience is shaped by structural, technological, institutional-political, organizational-managerial, and socio-environmental factors. The article argues that their practical implementation is carried out through the mechanisms of diversification, regionalization and localization, digitalization, institutional coordination, and strategic flexibility. It concludes that under conditions of world economic fragmentation, resilience becomes a system-forming principle in the transformation of global value chains.

Keywords: global value chains, resilience, fragmentation of the world economy, regionalization, diversification.

References

1. Cheng Huifang, Yuan Jiayu. Digital Technologies and the Division of Labor in Domestic-Driven Global Value Chains: Theoretical Logic and Empirical Evidence // Zhejiang Social Sciences. 2024. No. 3 (331). Pp. 54–68, 157.
2. Du Zhiqian. Research on the Amplifying Effect of Participation in Digital Global Value Chains on Economic Resilience // Economist. 2023. No. 4. Pp. 33–43.
3. Li Dan, Wu Tong, Li Zhu, Wu Jie. Deepening Regional Trade Agreements and the Resilience of Global Value Chains // International Trade Issues. 2025. No. 12. Pp. 29–48.
4. Smirnov, E. N. “Fragmentation of International Trade: Intermediate Results, Challenges, and Policy Issues.” International Trade and Trade Policy, 2024, Vol. 10, No. 3, pp. 5–23.
5. Grekova, O. R. “Transformation of Global Value Chains in the Context of Geoeconomic Fragmentation: A Theoretical and Methodological Analysis.” Bulletin of Eurasian Science, 2025, Vol. 17, special issue 1.
6. Sha Wenbing, Liu Yaowen, Yu Yan. “Do Digital Investments Contribute to the Resilience of Imported Production Supply Chains? An Empirical Study Based on Data from Chinese A-Share Companies.” World Economic Research, 2025, No. 10, pp. 15–30, 135. .
7. Qi Junyan, Li Yuehui. The Impact of the Network Position of Digital Trade Rules within the RTA on the Resilience of Global Value Chains // Studies of the World Economy. 2025. No. 1. pp. 57–70, 117, 135.
8. Fedyunina A. A., Simachev Yu. V. Resilience of Russian Companies in Value Chains to Sanctions Shock // Journal of the New Economic Association. 2023. No. 3(60). pp. 180–187.
9. Simachev Yu. V., Fedyunina A. A., Yurevich M. A. Reshoring or Offshoring: How Global Production is Changing in Global Value Chains // World Economy and International Relations. 2023. Vol. 67, No. 10. Pp. 71–81.
10. Zaitsev D. V., Dementyev A. A., Fedyunina A. A., Ruzhanskaya L. S. Resilience of Companies in Global Value Chains during External Shocks: The Case of the First Wave of the COVID-19 Pandemic // Bulletin of Moscow University. Series 6: Economy. 2025. Vol. 60, No. 2. Pp. 83–105.
11. Maltsev A. A. “Regionalization” of Global Value Chains: Offshorization or Reshorization? // Russian Foreign Economic Bulletin. 2024. No. 4. Pp. 7–25.
12. Smorodinskaya N. V., Katukov D. D., Malygin V. E. Global value chains in the era of uncertainty: advantages, vulnerabilities, ways to strengthen resilience // Baltic region. 2021. Vol. 13, No. 3. P. 78–107.

Концепция «зеленого эмирата» и Net Zero-2050 в ОАЭ: политика и структурная трансформация экономики

Витязева Анна Андреевна
кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра английского языка № 2, МГИМО МИД России, annavityazeva@inbox.ru

В статье анализируется концепция «зеленого эмирата» на примере Объединённых Арабских Эмиратов (ОАЭ) и их курса на достижение углеродной нейтральности к 2050 г. Показано, как климатическая повестка (UAE Net Zero by 2050, Energy Strategy 2050, National Climate Change Plan) переплетается со стратегией диверсификации и усложнения структуры экономики. На основе новейших исследований по энергетике, экологическому следу, инвестиционной политике, циркулярной экономике и устойчивому строительству, а также отчетов международных организаций и институтов развития рассматриваются ключевые траектории декарбонизации: глубокое изменение топливно-энергетического баланса, развитие водородной экономики, модернизация энергоёмких отраслей, формирование циркулярных и безотходных промышленных цепочек, институционализация устойчивого градостроительства и зелёной инфраструктуры. Делается вывод, что политика Net Zero-2050 не сводится к климатической стратегии, а выступает механизмом управляемой структурной перестройки экономики ОАЭ в направлении повышения её сложности, роста доли несырьевых секторов и укрепления позиций страны в глобальных «зелёных» цепочках добавленной стоимости.

Ключевые слова: мировая экономика, ОАЭ, углеродная нейтральность, Net Zero 2050, энергетический переход, структура экономики, возобновляемая энергетика, циркулярная экономика.

Введение

ОАЭ традиционно относятся к крупнейшим экспортёрам нефти и газа, однако за последние два десятилетия страна последовательно создает образ «зеленого эмирата», совмещая статус углеводородной державы с амбициозной климатической повесткой и активной политикой устойчивого развития [12]. Объявление стратегии UAE Net Zero by 2050 закрепило долгосрочный курс на глубокую декарбонизацию ключевых секторов при сохранении высоких темпов роста и международной инвестиционной привлекательности.

Курс на углеродную нейтральность в ОАЭ тесно связан с задачами диверсификации, перехода к более сложной структуре экономики и снижением зависимости бюджетов от колебаний цен на сырьевые товары. В этом контексте формируется концепция «зеленого эмирата» как институциональной модели, сочетающей энергетический переход, развитие циркулярной экономики, устойчивое градостроительство и активную роль государства-инвестора.

Основная часть

1. Стратегическая рамка Net Zero-2050 и «зеленый эмират»

Анализ стратегии Net Zero-2050 показывает, что ОАЭ ориентируются на тройной вызов: быстро растущий спрос на энергоносители, необходимость поддержания конкурентоспособности углеводородного сектора и давление Парижского соглашения и Повестки-2030.

Моделирование долгосрочного спроса и энергобаланса демонстрирует ожидаемое **троекратное увеличение потребления электроэнергии к 2050 г.** и рост производства зелёного водорода до 3,5 млн т в год (более 40% потребления электроэнергии), что предполагает радикальное наращивание солнечной генерации и газовой генерации с улавливанием углерода [20].

Net Zero-2050 включена в более широкий комплекс стратегий – Vision 2021, Energy Strategy 2050, National Climate Change Plan 2017–2050, планы по водородной экономике и циркулярной модели развития. Обзоры устойчивого развития ОАЭ подчеркивают, что климатические цели интегрированы в общую модель «зеленой экономики для устойчивого развития», включающую развитие ВИЭ, городскую политику, рациональное использование ресурсов и продвижение «умных» городов.

Таким образом, «зеленый эмират» выступает не только энергетическим сценарием, но и **институциональной моделью**, основанной на долгосрочном планировании, активной роли государства-инвестора и целенаправленном формировании новых «зелёных» секторов в мировой экономике.

2. Энергетика, выбросы и структурные ограничения

Особенностью ОАЭ является необходимость одновременного решения двух задач: энергетического перехода и экономической диверсификации. Страна должна не только снизить углеродную интенсивность производства, но и изменить структуру экономики в сторону более сложных и наукоёмких видов деятельности. Это усиливает давление на рынок труда, систему образования и миграционную политику.

С учётом высокой доли иностранной рабочей силы переход к низкоуглеродной модели может усилить сегментацию рынка труда: «зелёные» высококвалифицированные рабочие места будут концентрироваться среди квалифицированных специалистов, тогда как низкоквалифицированная занятость может сокращаться по мере автоматизации и повышения энергоэффективности. Без продуманной политики подготовки кадров и социальной адаптации это чревато ростом неравенства и скрытой социальной напряжённости.

С точки зрения автора, успешное управление этим «двойным переходом» требует интеграции климатической повестки в политику образования, миграции и занятости, а также создания институтов, позволяющих перераспределять часть ренты от «зелёных» проектов в пользу развития человеческого капитала.

Эконометрические исследования для ОАЭ выявляют сложную связь между ростом, энергопотреблением и экологическим состоянием. Анализ данных 1990–2021 гг. подтверждает гипотезу экологической кривой Кузнеца (EKC): в долгосрочном периоде существует инвертированная U-образная зависимость между уровнем дохода и выбросами CO_2, что указывает на потенциальную «отвязку» роста от загрязнения при достижении определённого уровня развития и внедрении экологической политики [11]. При этом увеличение потребления энергии и притока ПИИ в

среднем усиливает давление на окружающую среду, тогда как урбанизация и развитие финансового сектора могут снижать загрязнение за счёт более эффективных технологий и регулирования [18].

Исследования экологического следа подтверждают, что **невозобновляемая энергия и экономический рост** увеличивают давление на экосистемы, тогда как возобновляемая энергия и урбанизация при определённых институциональных условиях уменьшают его [4]. Отдельный анализ взаимосвязи экологического следа и ПИИ выявляет инвертированную U-образную связь между доходом и экологическим следом и положительное влияние энергопотребления, а также «эффект ореола» от ПИИ, улучшающий экологические показатели [18].

Эти результаты указывают на то, что **энергетический переход сам по себе не гарантирует полной нейтральности** и требует параллельных структурных изменений в промышленности и градостроительстве.

3. Циркулярная экономика и «зелёная» промышленность

Важным элементом концепции «зеленого эмирата» становится переход к **циркулярной экономике**. Аналитический обзор политики ОАЭ в этой сфере показывает, что сочетание целевых показателей по сокращению выбросов и отходов, экономических стимулов (субсидии на ВИЭ, налоговые льготы) и добровольных отраслевых стандартов (рейтинговые системы зелёных зданий, платформы устойчивой промышленности) способствует распространению ресурсосберегающих практик, хотя внедрение циркулярных принципов остаётся неравномерным по секторам [15].

Промышленный симбиоз предполагает создание производственных кластеров, в которых отходы или побочные продукты одного предприятия становятся ресурсом для другого. В условиях ОАЭ такой подход особенно актуален для:

- нефтехимии и материалов (использование побочных газов и тепла);
- металлообработки и строительной индустрии;
- водоснабжения и очистки сточных вод;
- логистических и портовых комплексов.

Организация промышленных зон с учётом принципов симбиоза позволяет оптимизировать использование энергии, воды и сырья, одновременно снижая объём отходов и выбросов. Дополнительным эффектом является формирование устойчивых производственных связей внутри кластеров, что укрепляет локальные цепочки добавленной стоимости и уменьшает зависимость от импортных поставок.

Промышленный симбиоз в ОАЭ может стать «мостом» между традиционной энергетической моделью и новой «зелёной» промышленностью. Использование существующей энергоёмкой базы как площадки для внедрения циркулярных решений позволяет снижать барьеры входа и демонстрировать экономическую выгоду «зелёных» подходов на реальных примерах.

Исследование промышленного симбиоза в ОАЭ демонстрирует потенциал **перехода к безотходным промышленным цепочкам**, основанным на использовании побочных продуктов одних производств как ресурсов для других [6]. Интеграция существующих разрозненных инициатив в единую систему промышленного симбиоза способна одновременно уменьшить экологическую нагрузку и сформировать новые виды экономической активности.

Строительный сектор, традиционно отличающийся высокой энерго- и ресурсоёмкостью, рассматривается как ключевое направление декарбонизации. Обзор политики устойчивого строительства показывает переход от фрагментарных мер к комплексной системе регулирования, включая нормы по зелёным зданиям, управлению отходами строительства и сноса, развитию устойчивой инфраструктуры, что позволяет снижать долю сектора в общих выбросах без торможения его вклада в рост [17].

В совокупности эти элементы свидетельствуют о том, что **промышленная и строительная политика ОАЭ смещается от линейных моделей к циркулярным**, что изменяет отраслевую структуру и создаёт спрос на новые технологии, услуги и компетенции.

4. Возобновляемая энергетика, водород и экономическая диверсификация

Курс на Net Zero-2050 сопряжён с решением задачи диверсификации. Эмпирические оценки влияния возобновляемой энергетики на экономическое развитие ОАЭ показывают, что рост установленной мощности ВИЭ и инвестиций в них сопровождается увеличением ВВП на душу населения, созданием рабочих мест, притоком ПИИ и снижением совокупных выбросов [16].

Моделирование энергетического баланса с учётом ограничений по выбросам, энергоотдаче и водному следу показывает, что при удержании выбросов электроэнергетики на уровне 2012 г. и минимизации водных и энергетических издержек электроэнергетика ОАЭ в 2050 г. будет **основана прежде всего на ВИЭ, при этом лидирующую роль будет играть солнечная генерация** [13]. Это меняет структуру капиталоёмких отраслей и создаёт новые экспортные ниши – в частности, в области зелёного водорода и технологий хранения энергии [5].

Исследование асимметричных эффектов ресурсной политики, ВИЭ и экспортной диверсификации на окружающую среду показывает, что природные ресурсы и экспортная диверсификация сами по себе усиливают выбросы, но развитие возобновляемой энергетики способно смягчать негативное влияние и поддерживать движение к целям углеродной нейтральности [14]. Это подчёркивает, что **диверсификация без зелёного компонента** может лишь изменить источник эмиссий, а не уменьшить общий уровень вредных выбросов.

Для стран Залива в целом зелёные инвестиционные политики (включая Net Zero-2050 в ОАЭ) рассматриваются как инструмент перехода от ренты к более устойчивой модели роста, основанной на развитии несырьевых секторов и интеграции в глобальные зелёные цепочки стоимости [8]. Отчёты МВФ и Всемирного банка подчёркивают, что успешная экологическая и экономическая диверсификация требует сочетания климатических целей с реформой налогово-бюджетной системы, развитием человеческого капитала и улучшением инвестиционной привлекательности.

5. Городская повестка, смарт-города и «зеленый» эмират как пространственная модель

Городская политика ОАЭ, прежде всего на примере Дубая и Абу-Даби, иллюстрирует пространственное измерение «зеленого эмирата». Концепция «смарт-города» в Дубае предполагает сочетание высокотехнологичной инфраструктуры, зелёного строительства, устойчивого транспорта и цифровых сервисов, ориентированную на снижение энергопотребления и отходов при высоком качестве жизни [2].

Пример Масдар-Сити и другие проекты устойчивых городов показывают, что, несмотря на отклонение от первоначально радикальной идеи «города без углерода», эти проекты стали площадками для апробации новых технологий и бизнес-моделей в области чистой энергетики, устойчивой мобильности и зелёного девелопмента, которые затем масштабируются на уровень эмирата и страны.

Отдельное направление – **устойчивый транспорт и водородная мобильность**. Региональные инициативы по внедрению водорода в транспортной системе (включая проекты в эмирате Рас-эль-Хайма) демонстрируют стремление связать национальную водородную стратегию с развитием городской инфраструктуры и снижением выбросов в секторе, на который приходится 20% национальных эмиссий.

Таким образом, «зеленый эмират» проявляется как **городская модель**, в которой климатические цели интегрируются в планировку, транспорт, строительные нормы и цифровые платформы управления городом.

6. Институциональные и финансовые аспекты трансформации

Международные финансово-кредитные институты и энергетические агентства отмечают, что для успешного достижения Net Zero-2050 ОАЭ необходимо не только менять технологический уклад, но и **углублять институциональные реформы**. Отчёты IMF и Всемирного банка по странам Залива акцентируют, что переход к низкоуглеродной модели требует адаптации налогово-бюджетной системы (снижения зависимости бюджетов от углеводородных доходов), развития рынков зелёного капитала, а также прозрачного мониторинга климатических обязательств страны [8].

IRENA, анализируя рынки возобновляемой энергии в странах ССАГПЗ, подчеркивает, что для ОАЭ критично масштабирование ВИЭ и водородных проектов, развитие локальных цепочек поставок и создание благоприятной среды для долгосрочных инвестиций, включая расширение рынка зелёных облигаций и сукук [1].

В докладах Программы ООН по окружающей среде (UNEP) и Международного энергетического агентства (IEA) отмечается, что национальные стратегии ОАЭ вносят заметный вклад в региональный энергетический переход, однако остаются риски «запаздывания» реформ в отдельных секторах, а также необходимость более тесной увязки климатических целей с социальной повесткой (занятость, перераспределение ренты, подготовка кадров).

В этом контексте важную роль играет развитие **человеческого капитала и институтов знаний**: исследования по интеграции устойчивости в систему высшего образования ОАЭ показывают, что университеты постепенно становятся площадками формирования культуры устойчивого развития и подготовки кадров для зелёной трансформации, но на данный момент процесс остаётся фрагментарным и требует системного подхода [2].

Заключение

Политика ОАЭ по достижению углеродной нейтральности к 2050 г. формирует содержательные контуры концепции «зеленого эмирата», в которой климатические цели, диверсификация и институциональная модернизация выступают взаимосвязанными элементами. Эмпирические исследования подтверждают, что при текущем векторе возможно значительное сокращение выбросов в электроэнергетике и энергоёмких отраслях, рост доли ВИЭ и развитие водородной экономики, однако достижение полной углеродной нейтральности потребует дополнительных усилий по модернизации промышленности, строительного комплекса и транспорта.

Курс Net Zero-2050 уже сегодня влияет на структуру экономики: усиливается роль секторов ВИЭ, зелёной инфраструктуры, устойчивого строительства, циркулярной промышленности и смарт-городских сервисов, тогда как традиционный углеводородный сектор постепенно трансформируется в более технологичный и капиталоёмкий сегмент с упором на низкоуглеродные решения и экспорт «зелёных» технологий.

При этом сохраняются серьёзные вызовы – необходимость адаптации налогово-бюджетной системы, риски недоинвестирования в человеческий капитал и НИОКР, институциональная фрагментация отдельных направлений устойчивой повестки, а также социальные последствия ускоренной трансформации. В этих условиях «зеленый эмират» выступает не как статичная цель, а как **динамичная траектория**, требующая постоянной корректировки политики, расширения диалога с бизнесом и обществом и углубления сотрудничества с международными организациями и финансово-кредитными институтами.

Литература

1. Adela H., Aldhaheri W., Ali A. Dynamic Impacts of Economic Growth, Energy Use, Urbanization, and Trade Openness on Carbon Emissions in the United Arab Emirates. Sustainability, 2025.
2. Ahmed A. Developing Strategy for Integrating Sustainability in UAE Higher Education Institutions towards UAE Strategic Initiative Net Zero 2050. ICCIKE Conference Proceedings, 2023.
3. Al Zarooni M. Embarking the Hydrogen Journey in Ras Al Khaimah: Opportunities and Challenges for Low-Carbon Transportation. Al Qasimi Foundation Report, 2025.
4. Arnaut M., Dada J. Exploring the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint: new insights from the United Arab Emirates. International Journal of Energy Sector Management, 2022.
5. Bojarajan A., Al Omari S.A.B., Al-Marzouqi A. et al. A holistic overview of sustainable energy technologies and thermal management in UAE: the path to net zero emissions. International Journal of Thermofluids, 2024.
6. Chowdhury S.R., Mitra B., Ghannam M. et al. Symbiosis, zero-waste goal and resource-sharing potential for UAE industries. Journal of Environmental Management, 2025.
7. Fayad N., Abou Mrad J., Zeine H. Examining the relationship between renewable energy adoption and economic development in the United Arab Emirates. Nurture, 2025.
8. Hummieda A., Bouabid A., Moawad K., Mayyas A.T. The UAE's energy system and GHG emissions: pathways to achieving national goals by 2050. Clean Energy, 2023.
9. IMF. Economic Diversification in Oil-Exporting Countries. IMF Policy Paper, 2021.
10. IRENA. Renewables Readiness Assessment: United Arab Emirates. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023.
11. Kilinc-Ata N., Alshami M. Analysis of how environmental degradation affects clean energy transition: evidence from the UAE. Environmental Science and Pollution Research, 2023.
12. Krzymowski A. Sustainable Development Goals in Arab Region – United Arab Emirates' Case Study. 2020.
13. Lim X.Y., Foo D., Tan R. Pinch analysis for the planning of power generation sector in the United Arab Emirates: A climate-energy-water nexus study. Journal of Cleaner Production, 2018.
14. Li., Udemba E., Emir F. et al. Nexus between resource policy, renewable energy policy and export diversification: Asymmetric study of environment quality towards sustainable development. Resources Policy, 2024.
15. Majeed A. Sustainability and Prosperity in Unison: The UAE's Path to Ambitious Targets through Circular Economy and Responsible Practices. International Research Journal of Multidisciplinary Scope, 2024.
16. Majid M.A.F., Yafuz L., Fathullah A.N., Bari T.A.F. The Role of Green Investment Policies in Promoting Economic Diversification in the Gulf Countries. Strata Social and Humanities Studies, 2025.
17. Saradara S.M., Khalfan M., Abdul Rauf, Qureshi R. On the Path towards Sustainable Construction - The Case of the United Arab Emirates: A Review. Sustainability, 2023.
18. Udemba E. Nexus of ecological footprint and foreign direct investment pattern in carbon neutrality: new insight for United Arab Emirates (UAE). Environmental Science and Pollution Research, 2021.
19. World Bank. Gulf Economic Update: Green Growth Opportunities. Washington, DC: World Bank, 2023.
20. Zubi G., Kuhn M., Makridis S., Dorasamy S. The UAE Net-Zero Strategy - Aspirations, Achievements and Lessons for the MENA Region. Sustainability, 2025.

The concept of a "green Emirate" and Net Zero 2050 in the UAE: politics and structural transformation of the economy

Vityazeva A.A.
MGIMO MFA of Russia

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the concept of a "green emirate" through the case of the United Arab Emirates (UAE) and its commitment to achieve carbon neutrality by 2050. It shows how the climate agenda (UAE Net Zero by 2050, Energy Strategy 2050, National Climate Change Plan) intertwines with the broader strategy of economic diversification and structural transformation. Drawing on recent research on energy, ecological footprint, investment policy, circular economy and sustainable construction, as well as reports by international organisations and development institutions, the paper analyses the main decarbonisation pathways: changes in the energy mix, hydrogen economy development, modernisation of energy-intensive industries, emergence of circular and zero-waste industrial chains, and institutionalisation of sustainable urban development and green infrastructure. It is argued that the Net Zero-2050 policy functions not only as a climate strategy but also as a mechanism for managed restructuring of the UAE economy towards higher complexity, greater share of non-hydrocarbon sectors and stronger integration into global green value chains.

Keywords: world economy, United Arab Emirates, carbon neutrality, Net Zero 2050, energy transition, economic structure, renewable energy, circular economy.

References

1. Adela H., Aldhaheri W., Ali A. Dynamic Impacts of Economic Growth, Energy Use, Urbanization, and Trade Openness on Carbon Emissions in the United Arab Emirates. Sustainability, 2025.
2. Ahmed A. Developing Strategy for Integrating Sustainability in UAE Higher Education Institutions towards UAE Strategic Initiative Net Zero 2050. ICCIKE Conference Proceedings, 2023.
3. Al Zarooni M. Embarking the Hydrogen Journey in Ras Al Khaimah: Opportunities and Challenges for Low Carbon Transportation. Al Qasimi Foundation Report, 2025.
4. Arnaut M., Dada J. Exploring the nexus between economic complex-ity, energy consumption and ecological footprint: new insights from the United Arab Emirates. International Journal of Energy Sector Management, 2022.
5. Bojarajan A., Al Omari S.A.B., Al Marzouqi A. et al. A holistic overview of sustainable energy technologies and thermal management in UAE: the path to net zero emissions. International Journal of Thermofluids, 2024.
6. Chowdhury S.R., Mitra B., Ghannam M. et al. Symbiosis, zero-waste goal and resource-sharing potential for UAE industries. Journal of Environmental Management, 2025.
7. Fayad N., Abou Mrad J., Zeine H. Examining the relationship be-tween renewable energy adoption and economic development in the United Arab Emirates. Nurture, 2025.
8. Hummieda A., Bouabid A., Moawad K., Mayyas A.T. The UAE's energy system and GHG emissions: pathways to achieving national goals by 2050. Clean Energy, 2023.
9. IMF. Economic Diversification in Oil Exporting Countries. IMF Pol-icy Paper, 2021.
10. IRENA. Renewables Readiness Assessment: United Arab Emirates. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency, 2023.
11. Kilinc Ata N., Alshami M. Analysis of how environmental degradation affects clean energy transition: evidence from the UAE. Environmental Science and Pollution Research, 2023.
12. Krzymowski A. Sustainable Development Goals in the Arab Region – United Arab Emirates' Case Study. 2020.
13. Lim X.Y., Foo D., Tan R. Pinch analysis for the planning of power generation sector in the United Arab Emirates: A climate energy water nexus study. Journal of Cleaner Production, 2018.
14. Li., Udemba E., Emir F. et al. Nexus between resource policy, renew-able energy policy and export diversification: Asymmetric study of environmental quality towards sustainable development. Resources Policy, 2024.
15. Majeed A. Sustainability and Prosperity in Unison: The UAE's Path to Ambitious Targets through Circular Economy and Responsible Practices. International Research Journal of Multidisciplinary Scope, 2024.
16. Majid M.A.F., Yafuz L., Fathullah A.N., Bari T.A.F. The Role of Green Investment Policies in Promoting Economic Diversification in the Gulf Countries. Strata Social and Humanities Studies, 2025.
17. Saradara S.M., Khalfan M., Abdul Rauf, Qureshi R. On the Path to-wards Sustainable Construction - The Case of the United Arab Emirates: A Re-view. Sustainability, 2023.
18. Udemba E. Nexus of ecological footprint and foreign direct investment pattern in carbon neutrality: new insight for United Arab Emirates (UAE). Environmental Science and Pollution Research, 2021.
19. World Bank. Gulf Economic Update: Green Growth Opportunities. Washington, DC: World Bank, 2023.
20. Zubi G., Kuhn M., Makridis S., Dorasamy S. The UAE Net-Zero Strategy - Aspirations, Achievements and Lessons for the MENA Region. Sustainability, 2025.

Цифровые преобразования китайских предприятий и то, как они внедряют технологические инновации

Го Янхио
аспирант, кафедра региональной и отраслевой экономики, Высшая школа менеджмента, Российский университет дружбы народов, <url> 1935951504@qq.com

В этой статье рассматривается вопрос о том, как цифровая трансформация китайских предприятий может повлиять на эволюцию моделей технологических инноваций. Анализ современных теоретических и эмпирических исследований, включая работы, посвященные инновационным экосистемам, цифровым инновациям и пороговым эффектам, выявляет ключевые механизмы трансформации, в частности, управление информационной асимметрией, оптимизацию распределения ресурсов и переход от закрытых иерархических структур к открытым сетевым и экосистемным моделям. Особое внимание уделяется феномену "инноваций, основанных на данных", а также роли искусственного интеллекта в инновационных процессах. Предлагается методология "коэффициента цифровых инноваций", направленная на объединение анализа ресурсов, процессов и эффективности. Делается вывод о том, что происходит сдвиг парадигмы от "преодоления технологического разрыва" к модели, ориентированной на данные, и что наблюдается растущая поляризация инновационных моделей между стратегическим и гражданским секторами китайской экономики.

Ключевые слова: цифровая трансформация, технологические инновации, инновационная экосистема, китайские предприятия, инновационные модели (открытые/сетевые), данные как фактор производства, коэффициент цифровых инноваций

Introduction

Over recent years, the digital economy has proven to be a key driving force behind China's socioeconomic development. [1] Digital transformation of enterprises has ceased to be a voluntary effort and has evolved into a strategic national priority, enshrined in the 14th Five-Year Plan (2021–2025) and the "Digital China 2025" strategy. In this respect, given that technological innovation is the key factor in competitiveness and national economic development of the Chinese enterprises, the issue of digital transformation influence gains particular ground.

Enterprises in China face a number of challenges in the digital transformation process, particularly, a severe shortage of digital talent, an incomplete model of collaborative innovation across the industrial chain, and an inadequate foundation for digital transformation [2]. These issues require systematic theoretical elaboration and empirical analysis.

This literature review addresses the impact of digital transformation in Chinese enterprises on technological innovation patterns. This is done in order to range available theoretical approaches, identify key mechanisms of influence, and define the areas for further research.

Contemporary research on the digital transformation of enterprises demonstrates a trajectory between the micro-level of individual companies and the meso-level of industries to the macro-level of national-scale objects [1]. In their generalizing study, Li Lyucheng, Zeng Yuanjie, and Ke Xiaojun (2024) propose a comprehensive analytical framework to consider digital transformation at three interconnected levels of the innovation ecosystem:

- Enterprise micro-level involves technological development, organizational adjustment, and impact on performance. Digital technologies prompt the organizations to shift from conventional hierarchical structures to network and plane management patterns.
- Industry meso-level includes bandwagon effects among competitors, expanding digital platform capabilities, and industry modernization.
- National macro-level gets political support, digital culture development, and social risk management [1].

Wang Yuting, Yi Jiabin, and Li Shiji (2025) emphasize subversive digital innovation as an ultimate mechanism the enterprises may opt for to achieve competitive advantage in the digital economy. The authors note that existing research still rests on phenomenological observation and piecewise study of individual influencing factors, which requires systematic theoretical comprehension [3].

Empirical research demonstrates an ambiguous relationship between digital transformation and innovation outcome. A study performed by Yong Xu, Junzhe Ji et al. (2025), published in the journal Technovation, considered panel data collected from 19 high-tech industries in China for 2010–2021, states that digital transformation contributes to an increase in the quantity, quality, and efficiency of technological innovation, with the stronger impact on the first two indicators [4]. The mechanisms for this impact include a reduction in internal information asymmetry and different distribution of organizational resources, which helps overcome routine and resource rigidities in the transformation process [4].

At the same time, the authors identify important contextual limitations, particularly, the beneficial effect of digital transformation is significant for enterprises located in the eastern regions of China including profitable companies, but proves to be insignificant for loss-makers [4].

A study by Yao Mingjiang and Alina Brychko (2025) based on data from Chinese public companies (2018–2023) confirms that digital transformation increases innovation potential by streamlining processes and improving efficiency, allowing companies to devote major resources to innovation. This effect is more pronounced in larger companies [5].

The principal of how digital transformation impacts the has a large resonance in the literature. Liu Hedong and Zhang Yuanjing (2025) make an important contribution to this deliberation by analyzing the threshold effects of the relationship between the digital economy, technological innovation, and modernization in China. Their study shows that the digital economy supports Chinese modernization, but the nature of this impact varies across different stages [6].

Of particular interest is the finding that technological innovation acts as a positive moderator in the impact of the digital economy on modernization in commercial, political, cultural, social, and environmental spheres, given, however, that a certain threshold has been crossed. This indicates the nonlinear, cumulative nature of the relationship between digitalization and innovation [6].

The conventional innovation pattern applicable to Chinese enterprises, particularly in the public sector, involved long cycle centralized R&D. Digital transformation is driving a shift toward open, network, and ecosystem patterns. A survey paper by Li Lyucheng and others notes that enterprises are gradually extending away from customary organizational structures toward network and plane formats, adapting to the demands of digital strategy [7].

It seems promising to analyze digital transformation from the perspective of an innovation ecosystem. This approach allows for consideration of multi-level and complex interactions within the innovation system, namely:

- bandwagon effects among commercial competitors;
- collaborative building-up of value within digital platform companies;
- the influence of national policies and cultural factors [7].

Guanhua Yang et al. (2025) look into the relationship between hard technology innovation and the hi-end development of "specialized, sophisticated, unique, and advanced" enterprises in China. Their empirical investigation, combining the data from 1037 companies, shows that digital transformation favorably moderates the relationship between hard technology innovation and enterprise development, enhancing this positive effect [8].

The distinctive features of the Chinese innovation pattern against the digital transformation are determined by a unique combination of business dynamics, public policy, the development of indigenous technologies, and large-scale data ecosystems [8]. Key aspects include:

Platform-oriented ecosystems (super-app approach): From AntGroup's Alipay to Tencent's WeChat and ByteDance's Douyin, Chinese super-apps have enabled the integration of payments, commerce and finance on an unprecedented scale [8].

Technological adequacy starts From Huawei's chip development to the use of domestic AI processors (Cambricon), China is building its own technological foundations to become at most independent from foreign technology [8].

Balancing business and government oversight presumes regulation, which intensified in the late 2010s, has curbed excesses but created space for more upstanding and containable innovation [8].

A study of Shenzhen as a digital disruption case shows that strategic integration of AI, blockchain, and IoT systems, coupled with institutional innovation, enables bypassing incremental development stages at regional level, achieving a 47% increase in efficiency in AI training and a 29.4% increase in GDP growth in digital industrial clusters [9].

A review of the literature reveals several key gaps that require further study:

1. Necessary systemic theoretical organization means, that available research remains at the level of phenomenological observation and piecewise study of individual influencing factors [4].

2. Multi-level interaction of factors presumes the necessity to study manifold influencing factors and their interactions, including technological, organizational, and institutional aspects [3].

3. Complex process mechanisms involves expanding the comprehension of complex process mechanisms and impact effects of disruptive digital innovations [3].

4. Contextual specification: verification of mechanisms and design of paths of subversive digital innovations in the Chinese digital context [3].

5. Ecosystem perspective runs that despite recognizing the importance of the innovation ecosystem, most current reviews are still consider the enterprise as the focus of analysis, ignoring the multi-level complex interactions within the innovation system [1].

A literature review demonstrates that the digital transformation of Chinese enterprises has a complex, nonlinear, and context-dependent impact on technological innovation patterns. Research identifies positive effects (reduced information asymmetry, resource optimization, and increased innovation performance) together with threshold conditions for their manifestation. The Chinese innovation pattern, emerging at the intersection of public policy, platform ecosystems, and technological adequacy, represents a unique phenomenon that requires further theoretical elaboration.

Present study aims to fill the identified gaps by analyzing the evolution of innovation patterns of Chinese enterprises upon the strength of digital transformation, with a particular focus on the mechanisms of transition from closed linear patterns to open network and ecosystem approaches.

Transformation of technological innovation patterns

2.1. From a closed hierarchical pattern to an open network one

The customary Chinese pattern (especially in the public sector) relied on centralized long-cycle R&D "concept → prototype → product". These barriers have been broken down by digitalization.

The new pattern is defined as "Innovation as a Service" (IaaS). Companies connect to open platforms where data on consumer behavior, equipment failures, and logistics is collected in real time.

Example cited from industry. Car manufacturer BYD uses digital twins for vehicle testing and for collaboration with hundreds of component suppliers as well. Battery innovation emerges from a shared digital environment, not from an isolated department.

2.2. Data-centric innovation pattern

In China, data has become a new agent of production (alongside capital and labor). This has given rise to a model of proactive innovation, where algorithms identify unmanifest patterns.

The mechanism of influence is as follows. Multiple IoT devices yield telemetry data to collect. Machine learning then occurs, identifying bottlenecks in the technological process. Subsequently, a hypothesis for improvement is formulated (often in areas where an engineer wouldn't have looked). Finally, automated testing is performed in the digital environment.

As a result, the innovation cycle is reduced from 18–24 months to 3–6 months (as reported by the China Academy of Information and Communications Technology (CAICT)).

2.3. The "platform ecosystem" pattern (Super-app approach)

Large-scale Chinese corporations (Alibaba, Tencent, Haier) have rearranged into digital platforms where by millions of participants (developers, third-party firms, even users) originate their innovations.

Haier «RenDanHeYi» pattern (人单合一):

- The enterprise is broken down into micro-enterprises (100–200 people).
- Each micro-enterprise is provided with direct digital access to the market, data, and resources.
- Innovation occurs from the bottom up, not by signal from the top.

Methodology for measuring the "digital innovation coefficient" of enterprises

Experiential verification of the digitalization-driven transformation of innovation patterns hypothesis requires a reliable measurement tool. This section proposes the concept of the "Digital Innovation Quotient" (DIQ), which is a comprehensive indicator reflecting a company's ability to generate technological innovations using digital tools and ecosystems. An analysis of existing approaches identifies three basic methodological assessment paradigms.

3.1. Measurement approaches evolution

Contemporary research demonstrates a shift from plain indicators to multidimensional constructs. Convectional methods based on patent statistics display limited applicability in terms of the digital age, meaning, patents reflect only a portion of innovation activity and are susceptible to time lags and strategic behavior.

These challenges brought to light three alternative approaches:

- Integral Coefficients Method is based on the construction of a general indicator based on normalized partial indicators.
- Text Mining of Analytical Reports uses natural language processing to extract information on innovation activity from unstructured sources.
- Digital Maturity Indices assess an organization's readiness for digital transformation as a prerequisite for innovation.

Based on the analysis of existing methods, a three-level structure of the "digital innovation coefficient" (DIC) is proposed, tailored for Chinese enterprises (Table 1).

Table 1
The DIC concept: a synthesis of approaches

Level	The measured construct	Indicators	Data source	Weight
I. Resource	Digital assets and competencies	Share of digital technology spending in R&D; level of digital maturity; number of AI/ML specialists	Financial statements; surveys; job posting databases	30%
II. Process	The intensity of digital innovation	Number of implemented digital platforms; share of processes covered by IoT/AI; speed of prototyping	Management reporting; expert assessments	30%
III. Outcome	Outcome of digital innovations	Frequency of mention of innovations in analytical reports	Report texts; patent databases; issuer reports	40

Level	The measured construct	Indicators	Data source	Weight
		(LDA); number of digital patents; share of new digital products in revenue		

Conclusions

1. Paradigm Shift: Chinese enterprises are shifting from a "technological catch-up" to a "data-driven innovation" pattern. Digital transformation is the primary accelerator for this shift.

2. The New Capacity of AI: Artificial intelligence is becoming more than just a tool for innovation; it is also a contributor. By 2027, up to 40% of patent applications in China are expected to be generated using generative neural networks based on digital twins of enterprises.

3. Patterns' polarization: In case of strategic industries (chips, aerospace) – a hybrid pattern (digital openness within the state perimeter + physical isolation). While the civil economy gets complete ecosystem openness, eliminating the boundaries between producer, consumer, and innovator.

Digital Transformations of Chinese Enterprises and how they catch up with Technological Innovation Patterns

Guo Yanxiu
Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article addresses the issue of how the digital transformation of Chinese enterprises might impact the evolution of technological innovation patterns. The analysis of contemporary theoretical and empirical research, including works dedicated to innovation ecosystems, digital innovation, and threshold effects, identifies the key transformation mechanisms, specifically, handling information asymmetry, optimizing resource allocation, and shift from closed hierarchical structures to open network and ecosystem patterns. Particular attention is paid to the phenomenon of "data-driven innovation" as well as the role of artificial intelligence in innovation processes. A "digital innovation coefficient" methodology is proposed, aimed at combining resource, process, and performance analysis. It is concluded that there is a paradigm shift from "bridging the technological gap" to a data-centric pattern and that there is an increasing polarization of innovation patterns between strategic and civilian sectors of the Chinese economy.

Keywords: digital transformation, technological innovation, innovation ecosystem, Chinese enterprises, innovation patterns (open/network), data as an agent of production, digital innovation coefficient.

References

1. Li Lyucheng, Zeng Yuanjie, Ke Xiaojun. A Review and Prospects of Enterprises Digital Transformation from the Perspective of Innovation Ecosystem // Science & Technology Progress and Policy. 2024. Vol. 41(13). P. 151-160.
2. Chen Huihong, Bhaumik A. The Evolution of Digital Transformation in Chinese Manufacturing: A Review Amidst the Drive for High-Quality Development // International Journal of Advances in Business and Management Research. 2025. Vol. 2(4). P. 1-9.
3. Wang Yuting, Yi Jiabin, Li Shiji. Disruptive Digital Innovation in Enterprises: Research Review and Future Prospects // Journal of Technology Economics. 2025. Vol. 44(4). P. 103-116.
4. Yang Guanhua, Wang Yu, Fan Xiucheng et al. Research on the Relationship Between Hard Technology Innovation, Legitimacy and the High-quality Development of "Specialized, Refined, Unique and Innovative Enterprises" // Journal of Industrial Technological Economics. 2025. Vol. 44(8). P. 46-56.
5. Yao Mingjiang, Brychko Alina. Management of Digital Transformation on Innovation Performance in Chinese Enterprises: An Empirical Analysis // Economy and Society. 2025. No. 71.
6. Liu Hedong, Zhang Yuanjing. The Mechanisms and Effects of Digital Economy Promoting Chinese Modernization: An Analysis of Threshold Effect Based on Technological Innovation // Science & Technology Progress and Policy. 2025. Vol. 42(9). P. 25-36.
7. Li Meilin. The Mechanism of Digital Economy for Corporate Innovation—Literature Review and Research Outlook // Foreign Economic Relations & Trade. 2024. No. 10.
8. The Asian Banker. China's AI innovation model and its global implications. 2026.
9. Zhang Kunjing. Intelligent Technology and New−Quality Productivity: Shenzhen's Digital Leapfrog // Services Computing – SCC 2025. Springer, 2025.

Анализ конкурентоспособности международного транспортного коридора «Север-Юг» в условиях геополитической турбулентности и региональных конфликтов

Гулин Василий Николаевич
аспирант, РАНХиГС, Toronto.97@mail.ru

Актуальность исследования конкурентоспособности международного транспортного коридора «Север-Юг» (МТК «Север-Юг») обусловлена кардинальными изменениями в глобальной геоэкономической и логистической архитектуре. В условиях нарастающей волатильности мирохозяйственных связей и реконфигурации мировых товарных рынков, а также беспрецедентного санкционного давления, МТК «Север-Юг» выступает ключевым инструментом диверсификации внешнеэкономических связей, обеспечивая прямой выход на быстрорастущие рынки Глобального Юга, прежде всего Индии и Ирана. Растущие объемы товарооборота России с Индией и Ираном формируют устойчивый спрос на использование мультимодальных перевозок. Сегодня МТК «Север-Юг» сталкивается с серьезной угрозой, связанной с эскалацией американо-изральско-иранского военного противостояния на Ближнем Востоке. Дестабилизация обстановки в акваториях Персидского и Оманского заливов, риски перекрытия Ормузского пролива и угрозы судоходству в Красном и Аравийском морях, создают критические барьеры для надежности поставок. Исследование обосновывает тезис о том, что проект МТК «Север-Юг» требует не только инженерно-технических решений, но и формирования новой архитектуры коллективной безопасности, способной гарантировать инвариантность и стабильность транзитных потоков в условиях гибридных угроз.

Ключевые слова: международный транспортный коридор «Север-Юг» (МТК «Север-Юг»), транспортная логистика, санкции, геополитические риски, война на Ближнем Востоке, безопасность судоходства, международная торговля.

МТК «Север-Юг» демонстрирует значительный стратегический потенциал в качестве альтернативы традиционному морскому маршруту через Суэцкий канал. Его географическое положение позволяет сократить время доставки грузов между государствами Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Южной Азии и Ближнего Востока. Данное преимущество усиливает роль России как ключевого участника трансконтинентальных перевозок [1].

Объемы грузоперевозок по МТК «Север-Юг» демонстрируют устойчивую положительную динамику в последние годы, что обусловлено ростом товарооборота между странами-участницами. Основными факторами увеличения потоков стали развитие логистической инфраструктуры и расширение торговых связей России со странами Ближнего Востока и Южной Азией. Однако в условиях геополитической нестабильности реализация МТК «Север-Юг» сталкивается с новыми вызовами.

Текущая эскалация американо-израильско-иранского конфликта, начавшаяся 28 февраля 2026 года, создает прямые риски для безопасности судоходства в зоне Персидского залива – ключевого звена МТК «Север-Юг». Военные действия могут привести к минированию стратегических проливов и нарушению свободы транзита коммерческих судов. Особую уязвимость демонстрирует сектор морских перевозок, где возможны точечные удары по портовой инфраструктуре. Такие действия ставят под угрозу стабильность грузопотоков по всему транспортному коридору. Возникновение зон активных боевых действий вблизи Ормузского пролива способно парализовать движение танкеров и контейнеровозов, обслуживающих МТК «Север-Юг». Ограничение доступа к акватории Персидского залива вызывает каскадные сбои в логистических цепочках. В связи с этим требуется экстренная передислокация судов и изменения маршрутов следования грузов. Подобные меры существенно увеличат операционные риски для участников транспортного процесса.

В рамках текущего внешнеполитического курса администрации США под руководством Дональда Трампа наблюдается эскалация усилий, направленных на уничтожение военной инфраструктуры на острове Харк с перспективой установления над ним территориального контроля. Данный объект является критически важным для Ирана, так как через него проходит около 90% нефтяного экспорта страны [2]. Целью Вашингтона является установление контроля над терминалом для усиления политического давления на Тегеран. В качестве ответной меры Иран заявил о готовности нанести массированные удары по территории ОАЭ, откуда изначально был атакован остров Харк.

Согласно данным издания Financial Times, несмотря на интенсификацию вооруженного воздействия со стороны коалиции США и Израиля, Иран продолжает вывозить через Ормузский пролив по 1,5-1,6 млн баррелей нефти в сутки [3]. На этом фоне Вашингтон фактически допускает поставки, чтобы не допустить дефицита нефти на мировом рынке. Основной объем иранской нефти по-прежнему уходит в Китай. При этом танкеры продолжают загружаться на острове Харк, несмотря на удары США и Израиля.

Ормузский пролив выступает безальтернативной морской артерией для транспортировки энергоресурсов из стран Персидского залива на глобальный рынок.

Вследствие военной эскалации на Ближнем Востоке навигация в этом секторе практически парализована.

Остановка движения по этой артерии, через которую проходит до 20% мировых поставок, грозит мировым энергетическим кризисом (см. рисунок 1) [4].

Современная эскалация напряженности в ближневосточном регионе выступила мощным катализатором системного кризиса традиционных глобальных цепей поставок. Потенциальная блокировка Ормузского пролива и введение платного транзита в рамках разработки нового иранского закона выступают факторами, провоцирующими нелинейный рост логистических издержек [6].

Предоставление Ираном приоритетного права прохода через Ормузский пролив отведено судам из дружественных стран, включая Россию, Китай и Индию. При этом иранские власти выразили готовность к сотрудничеству и заключению договоров с европейскими, азиатскими и арабскими странами о пользовании Ормузским проливом. Иран также

намерен ввести расчеты за пользование проливом не в долларах, а в юанях. Вместе с тем, параллельно наблюдается институционализация механизмов дедоларизации внешнеторговых операций: переход индийских НПЗ на расчеты в национальной валюте (рупиях) с последующей конвертацией в дирхамы ОАЭ или юани минимизируют зависимость от западной финансовой инфраструктуры и снижает санкционные риски.

Рисунок 1 – Важность Ормузского пролива для мировой экономики [5]

В условиях, когда мировые цены на энергоносители демонстрируют высокую волатильность, достигнув отметки 118,57 долларов США за баррель нефти Brent (по состоянию на конец первого квартала 2026 года), сохраняется риск глобальной рецессии, обусловленной возможным скачком котировок нефти до уровня 150-200 долларов США в случае полномасштабной блокады региона (см. рисунок 2).

Рисунок 2 – Цена нефти Brent (по состоянию на 31 марта 2026 года) [7]

Ситуация на Ближнем Востоке также спровоцировала снижение показателей уровня цен на сжиженный природный газ (СПГ) примерно на 20% мирового рынка. В европейских странах подземные хранилища газа заполнены на 28%, что увеличивает уязвимость на фоне усиливающейся конкуренции с азиатскими странами, в частности Китая, за СПГ. Практически полная зависимость Европы от внешних поставок (трубопроводных и морских поставок СПГ) делает внутренний рынок крайне чувствительным к геополитическим событиям и логистическим сбоям. В связи с этим, руководство ЕС рекомендовало странам-участницам подготовиться к длительным перебоям в энергоснабжении, рассматривая возможность возобновления антикризисных энергетических мер, примененных в 2022 году. В настоящее время ценовая динамика сдерживается погодными условиями и росту доли возобновляемых источников энергии [8].

Согласно данным на 30 марта 2026 года, стоимость газовых фьючерсов на нидерландском хабе TTF (Dutch TTF Natural Gas), который выступает ключевым ценовым ориентиром для крупнейших европейских рынков (Германии, Франции и Италии), достигла отметки 50 евро за МВтч (см. рисунок 3).

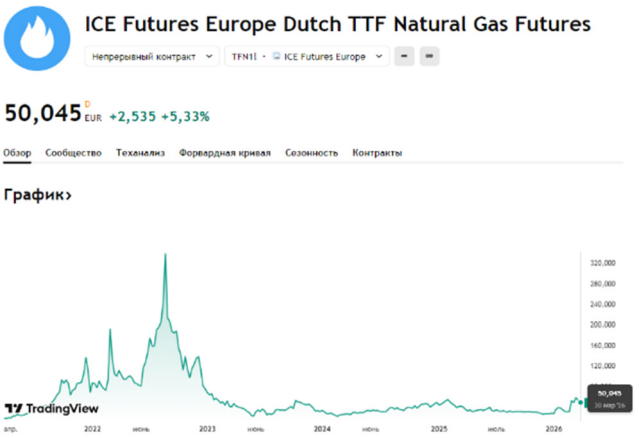


Рисунок 3 – Цена на природный газ в ЕС (по состоянию на 30 марта 2026 года) [9]

TTF, являясь критически важным связующем звеном между поставщиками и потребителями в Европе, формирует рыночные котировки на основе баланса спроса и предложения. При этом на динамику цен существенное влияние оказывают внешний факторы – климатические условия, технические и логистические риски, а также геополитическая обстановка.

По данным на 30 марта 2026 года, фьючерсы на LNG-Platts JKM (Japan Korea Marker), определяющие стоимость поставок СПГ для ключевых импортеров Азии (Японии, Южной Кореи, Китая и Тайваня), зафиксированы на уровне 2,908 иен за MMBtu (см. рисунок 4).

Рисунок 4 – Цена на природный газ в Азиатских странах (по состоянию на 30 марта 2026 года) [10]

Азиатский регион на 90% зависит от энергоресурсов Ближнего Востока, что в условиях сокращения поставок спровоцировало экономическую дестабилизацию. Особенно велика зависимость от экспорта поставок из Катара, Омана и ОАЭ – в Пакистане (99%), Индии (68%) и Бангладеш (57%).

На этом фоне Россия заявила о намерении переориентировать экспортные потоки СПГ на азиатское направление, не дожидаясь введения запретов со стороны ЕС [11]. В то же время Китай, опираясь на стабильные трубопроводные поставки и достаточные внутренние ресурсы при умеренном спросе, активно реэкспортирует СПГ странам Азии. Согласно данным аналитического издания Kpler, Китай установил рекорд по объемам перевалки СПГ, отправив на экспорт 1,31 млн тонн. Основными направлениями стали Южная Корея, Таиланд, Япония, Индия и Филиппины [12].

В отличие от нестабильной ситуации в Европе и Азии, внутренний газовый рынок США сохраняет относительно стабильную устойчивость, что обусловлено высокими объемами добычи СПГ, внутреннем потреблением страны, достаточным запасом, а также оказываемым давлением

на китайские компании, работающих в СПГ отрасли [13]. По состоянию на 30 марта 2026 года, цена на природный газ (Henry Hub) составляет 2,8 доллара США за MMBtu (см. рисунок 5).

Рисунок 5 – Цена на природный газ в США (по состоянию на 30 марта 2026 года) [14]

По запасам газа США занимает 4 место после России, Ирана и Катара. США экспортирует основную часть СПГ в страны ЕС (Великобритания – 2,6 млрд м^3; Испания – 1,4 млрд м^3; Франция – 1,3 млрд м^3; Нидерланды – 1,1 млрд м^3), а также в Турцию – 2,3 млрд м^3. Суммарный экспорт за январь 2026 года достиг 15,3 млрд м^3, что на 1/3 превышает показатели схожего периода 2025 года. Остальные объемы СПГ распределяются между рынками Латинской Америки и Африки [15].

Хроническая нестабильность на Ближнем Востоке требует структурных изменений грузопотоков, связанных с поиском обходных путей доставки. Переключение на железнодорожные и автомобильные маршруты способно увеличить продолжительность транзита и логистические издержки. Особенно критичным это касается скоропортящихся товаров и энергоносителей, чувствительных к срокам поставки. Снижение предсказуемости транспортных операций может подорвать конкурентные преимущества МТК «Север-Юг». Минимизация рисков требует комплексного подхода, включающего активизацию дипломатических усилий по деэскалации конфликта. К сожалению, сегодня современная архитектура международных отношений характеризуется глубоким кризисом правовых институтов и несоблюдением норм международного права. В текущих условиях достижение устойчивых договоренностей с США и западными странами в рамках договорной нормативной правовой базы представляется маловероятным. В условиях затяжной эскалации на Ближнем Востоке Россия совместно с дружественными странами ведут активную работу по оптимизации транспортных маршрутов, уделяя особое внимание развитию МТК «Север-Юг» как стратегически значимой альтернативе.

В ходе экспертных дискуссий Международного дискуссионного клуба «Валдай», состоявшегося 30-31 марта 2026 года, была обоснована необходимость развития МТК «Север-Юг». Данный проект рассматривается не просто как транспортная артерия, но как механизм формирования новой геоэкономической реальности, где Россия и Узбекистан выступают центральными звеньями (хабами) распределения товарных потоков в Центральной Азии. Перспективным этапом расширения МТК «Север-Юг» является интеграция трансафганского коридора. Открытие маршрута через город Термез и задействование инфраструктурного потенциала «Моста Дружбы» на границе Узбекистана и Афганистана открывает прямой доступ к рынкам Южной Азии, в частности Пакистана и Индии, а также портам Индийского океана [16].

Международный транспортно-логистический форум, завершившийся в начале апреля 2026 года, стал точкой невозврата в понимании развития глобальных транспортных путей. Главным тезисом дискуссий стала вынужденная трансформация проекта МТК «Север-Юг». Из экономического логистического проекта он превращается в стратегическую систему коллективной безопасности. В условиях, когда геополитическое давление становится доминирующим, надежность маршрута теперь оценивается не скоростью доставки грузов, а степенью его защищенности от внешнего вмешательства. Долгое время развитие МТК «Север-Юг» рассматривалось через призму сокращения издержек и времени в пути по сравнению с традиционным маршрутом через Суэцкий канал. Однако текущая эскалация в зоне Персидского залива и нестабильность ключевых морских артерий заставили страны-участницы пересмотреть приоритеты. Сегодня «безопасность доминирует над торговлей». Экономическая выгода теряет смысл, если транспортная артерия может быть перекрыта в рамках тарифных войн и региональных конфликтов. Санкционные режимы, вводимые отдельными странами и международными организациями, существенно осложняют эксплуатацию транспортного коридора.

Ограничения в финансовой и торговой сферах создают барьеры для привлечения иностранных инвестиций в инфраструктурные проекты. Особую проблему представляют вторичные санкции, затрагивающие третьи страны, участвующие в перевозках по маршруту. Текущая геополитическая обстановка делает наиболее целесообразным укрепление многостороннего сотрудничества в рамках ШОС и БРИКС. Приоритетной задачей становится выработка механизмов коллективной безопасности транспортных коридоров, включая защиту морских коммуникаций, и преодоление барьеров, создаваемых санкционными режимами и финансовыми ограничениями.

Формирование совместных оперативных групп является ключевым элементом системы военной защиты МТК «Север-Юг». Такие группы должны включать представителей военно-морских сил стран-участниц для патрулирования стратегических участков коридора. Их деятельность должна быть сосредоточена на районах повышенной геополитической напряженности, включая Каспийское море и прилегающие проливы. Совместное базирование сил позволит оперативно реагировать на потенциальные угрозы судоходству.

Литература

1. В. А. Анисимов, С. В. Шкурников, А. П. Конюхов. Интеграция инфраструктуры международных транспортных коридоров «Север — Юг» и Северный морской путь // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. — 2025. — №3. — С. 677.

2. Axios. Trump eyes «Hormuz Coalition» seizure of Iran`s Kharg Island oil hub // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.axios.com/2026/03/16/trump-iran-hormuz-strait-kharg-island;

3. Financial Times. Iran earns oil windfall as US turns blind eye. Published March 16 2026 // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ft.com/content/35e815ef-46f3-4169-a39d-cc6bafdfbc1c;

4. РБК. Мировые цены на нефть выросли на 5% из-за ударов по объектам в Иране // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/quote/news/article/69af280e9a7947843eac1f81;

5. РБК. Мировые цены на нефть выросли на 5% из-за ударов по объектам в Иране // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/quote/news/article/69af280e9a7947843eac1f81;

6. РБК. В Тегеране анонсировали введение платы за проход через Ормузский пролив // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/politics/30/03/2026/69ca194c9a79472cce701cb6;

7. РБК. Цена нефти Brent (по состоянию на 31 марта 2026 года) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/quote/ticker/181206;

8. Trading Economist. Природный газ ЕС // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas;

9. TarindView. Цена на природный газ в ЕС (по состоянию на 30 марта 2026 года) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.tradingview.com/symbols/NYMEX-TTF1!/?timeframe=60M;

10. TarindView. Цена на природный газ в Азиатских странах (по состоянию на 30 марта 2026 года // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.tradingview.com/symbols/TOCOM-LNG1!/?timeframe=60M;

11. Известия. Азия против Европы: Российский СПГ превращается в газ «последней надежды» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://iz.ru/2063769/oksana-belkina/aziia-protiv-evropy-rossiiskii-spg-prevrashchaetsia-v-gaz-poslednei-nadezhdy;

12. Emily Chow and Sam Li. In tight global market, well-positioned China resells record LNG volumes. Reuters // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.reuters.com/business/energy/tight-global-market-well-positioned-china-resells-record-lng-volumes-2026-04-01/;

13. Сиала. Аналитика и статистика рынков СПГ, сырой нефти. Газовая отрасль США. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://seala.ru/lng/sshaeksport;

14. TarindView. Цена на природный газ в США (по состоянию на 30 марта 2026 года) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.tradingview.com/symbols/LSE-NGAS/?timeframe=60M;

15. А. Чижевский. Neftegaz.RU. США в январе 2026 года нарастили экспорт СПГ на треть // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/919373-ssha-v-yanvare-2026-goda-narastili-eksport-spg-na-tret/;

16. Валдай. Международный дискуссионный клуб. «Россия – Узбекистан: стратегическое партнёрство на евразийском пространстве». г.

Термез, Республика Узбекистан. 30-31 марта 2026 г. // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.valdaiclub.com/events/announcements/valdayskiy-klub-rossiysko-uzbekskaya-konferentsiya-2026/

Analysis of the competitiveness of the international north-south transport corridor in the context of geopolitical turbulence and regional conflicts

Gulin V.N.
RANEPA

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The relevance of studying the competitiveness of the North-South international transport corridor (NSTC) is due to the dramatic changes in the global geoeconomic and logistical architecture. In the context of increasing volatility in global economic relations and the reconfiguration of global commodity markets, as well as unprecedented sanctions pressure, the NSTC is a key tool for diversifying foreign economic relations, providing direct access to the rapidly growing markets of the Global South, particularly India and Iran. Growing trade volumes between Russia, India and Iran create a steady demand for multimodal transportation. Today, the NSTC faces a significant threat due to the escalating military confrontation between the United States, Israel and Iran in the Middle East. The destabilization of the Persian and Oman Gulf waters, the risk closure of the Strait of Hormuz, and the threats to navigation in the Red and Arabian Seas pose significant challenges to the reliability of supply chains. The study substantiates the thesis that the NSTC project requires not only engineering and technical solutions, but also the formation of a new collective security architecture that can guarantee the invariability and stability of transit flows in the face of hybrid threats.

Keywords: North-South International Transport Corridor (NSTC), transport logistics, sanctions, geopolitical risks, war in the Middle East, maritime security, and international trade.

References

1. V. A. Anisimov, S. V. Shkurnikov, A. P. Konyukhov. Integration of the Infrastructure of the North-South International Transport Corridors and the Northern Sea Route // Bulletin of the Petersburg State Transport University. - 2025. - No. 3. - P. 677.
2. Axios. Trump Eyes "Hormuz Coalition" Seizure of Iran's Kharg Island Oil Hub // [Electronic Resource]. - Access Mode: https://www.axios.com/2026/03/16/trump-iran-hormuz-strait-kharg-island;
3. Financial Times. Iran Earns Oil Windfall as US Turns Blind Eye. Published March 16, 2026 // [Electronic Resource]. – Access mode: https://www.ft.com/content/35e815ef-46f3-4169-a39d-cc6bafdfbc1c;
4. RBC. World oil prices rose by 5% due to strikes on targets in Iran // [Electronic resource]. – Access mode: https://www.rbc.ru/quote/news/article/69af280e9a7947843eac1f81;
5. RBC. World oil prices rose by 5% due to strikes on targets in Iran // [Electronic resource]. – Access mode: https://www.rbc.ru/quote/news/article/69af280e9a7947843eac1f81;
6. RBC. Tehran Announces Introduction of Toll for Passage through the Strait of Hormuz // [Electronic Resource]. – Access Mode: https://www.rbc.ru/politics/30/03/2026/69ca194c9a79472cce701cb6;
7. RBC. Brent Oil Price (as of March 31, 2026) // [Electronic Resource]. – Access Mode: https://www.rbc.ru/quote/ticker/181206;
8. Trading Economist. EU Natural Gas // [Electronic Resource]. – Access Mode: https://ru.tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas;
9. TarindView. EU Natural Gas Price (as of March 30, 2026) // [Electronic Resource]. – Access mode: https://ru.tradingview.com/symbols/NYMEX-TTF1!/?timeframe=60M;
10. TarindView. Natural Gas Prices in Asian Countries (as of March 30, 2026) // [Electronic resource]. – Access mode: https://ru.tradingview.com/symbols/TOCOM-LNG1!/?timeframe=60M;
11. Izvestia. Asia vs. Europe: Russian LNG Turns into a Gas of Last Resort // [Electronic resource]. – Access mode: https://iz.ru/2063769/oksana-belkina/aziia-protiv-evropy-rossiiskii-spg-prevrashchaetsia-v-gaz-poslednei-nadezhdy;
12. Emily Chow and Sam Li. In Tight Global Market, Well-Positioned China Resells Record LNG Volumes. Reuters // [Electronic resource]. – Access mode: https://www.reuters.com/business/energy/tight-global-market-well-positioned-china-resells-record-lng-volumes-2026-04-01/;
13. Siala. LNG and Crude Oil Market Analytics and Statistics. The US Gas Industry. // [Electronic resource]. – Access mode: https://seala.ru/lng/sshaeksport;
14. TarindView. US Natural Gas Price (as of March 30, 2026) // [Electronic resource]. – Access mode: https://ru.tradingview.com/symbols/LSE-NGAS/?timeframe=60M;
15. A. Chizhevsky. Neftegaz.RU. The US Increased LNG Exports by a Third in January 2026 // [Electronic resource]. – Access mode: https://neftegaz.ru/news/spg-szhizhennyy-prirodnyy-gaz/919373-ssha-v-yanvare-2026-goda-narastili-eksport-spg-na-tret/;
16. Valdai. International Discussion Club. "Russia – Uzbekistan: Strategic Partnership in the Eurasian Space." Termez, Republic of Uzbekistan. March 30–31, 2026 // [Electronic resource]. – Access mode: https://ru.valdaiclub.com/events/announcements/valdayskiy-klub-rossiysko-uzbekskaya-konferentsiya-2026/

Перспективность цифрового рубля в международных платежных отношениях в условиях ограниченной применимости криптовалют и использование многостороннего клиринга

Кузнецов Александр Сергеевич
аспирант, Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России

В статье рассматриваются цифровые валюты центральных банков как наиболее реалистичная форма цифровых денег для регулируемой трансформации международных платежных отношений. Показано, что их значение определяется не только цифровой формой денег, но и способностью выступать расчетным активом в многостороннем платежном контуре, где обязательства координируются, а валовая потребность в ликвидности сокращается за счет клиринга и неттинга. В качестве практической иллюстрации используется проект mBridge, подтверждающий реализуемость трансграничных расчетов на базе нескольких цифровых валют центральных банков. Для оценки экономического эффекта такого контура предлагается кооперативная модель, в которой ценность коалиции определяется через экономию ликвидности, а вклад участников — через число Шепли. На примере торговых потоков между Россией, Китаем, Индией и ОАЭ показано, что присоединение нового участника может увеличивать выгоду коалиции не линейно, а за счет изменения всей конфигурации сети обязательств. Делается вывод, что перспективность цифрового рубля в международных расчетах связана прежде всего с возможностью его включения в совместимые многосторонние платформы расчетов в национальных валютах.

Ключевые слова: международные платежные отношения, цифровая валюта центрального банка, ЦВЦБ, mBridge, цифровой рубль, клиринг, неттинг, вектор Шепли, ликвидность, платежная коалиция.

Введение

Современные международные платежные отношения трансформируются не только под влиянием смены валют расчетов, но и вследствие перестройки самой инфраструктуры исполнения трансграничных обязательств. В этих условиях устойчивость платежей определяется уже не одной системой и не одной валютой, а сочетанием нескольких взаимосвязанных элементов: канала передачи сообщений, расчетной инфраструктуры, режима данных, комплаенса, доступа к ликвидности и механизмов сокращения потребности в ней. Такой подход позволяет рассматривать международные платежные отношения не как техническое приложение к внешнеторговой сделке, а как самостоятельный инфраструктурно-институциональный механизм мировой экономики [1; 2].

На этом фоне особый интерес вызывают цифровые формы денег. Однако криптовалюты, стейблкоины и цифровые валюты центральных банков нередко обсуждаются в одном ряду, хотя их экономическая природа и пределы применимости в международных расчетах различны. Для трансграничных платежей значение имеет не технологическая новизна сама по себе, а способность расчетного актива быть встроенным в регулируемую среду, где обеспечиваются правовая определенность, расчетная финальность, совместимость с контролем и управляемость ликвидностью [3; 4; 5]. Именно поэтому наибольший потенциал для регулируемой трансформации международных платежных отношений имеют ЦВЦБ.

В то же время даже цифровая валюта центрального банка не устраняет автоматически проблему высокой потребности в ликвидности. Существенный выигрыш возникает лишь тогда, когда расчетная платформа сочетается с многосторонним клирингом и неттингом, позволяющими свертывать встречные обязательства. Цель статьи состоит в том, чтобы показать, почему именно ЦВЦБ являются наиболее реалистичной формой цифровых денег для международных расчетов и каким образом их практическая ценность возрастает при использовании многостороннего клиринга, эффект которого может быть оценен через кооперативную модель и число Шепли [6; 7].

ЦВЦБ как наиболее пригодная форма цифровых денег для международных расчетов

Различие между криптовалютами, стейблкоинами и цифровыми валютами центральных банков носит не частный, а принципиальный характер. Криптовалюты не опираются на обязательство центрального банка, характеризуются высокой волатильностью и ограниченной правовой определенностью. Стейблкоины частично снимают проблему ценовой нестабильности, однако сохраняют зависимость от частного эмитента, структуры резервов и внешней юрисдикции. Цифровые валюты центральных банков, напротив, представляют собой цифровую форму денег центрального банка и потому обладают иной институциональной природой: они встроены в официальный денежный контур, совместимы с процедурами контроля и могут использоваться как расчетный актив в регулируемой системе [3; 4; 5].

Отдельные аспекты ограниченной применимости криптовалют и стейблкоинов в международных расчетах, а также сравнительной институциональной устойчивости ЦВЦБ уже рассматривались в исследовании А. С. Кузнецова и А. А. Бондаренко [24]. Полученные там выводы согласуются с настоящей статьей и подтверждают, что для крупных регулируемых трансграничных расчетов принципиальное значение имеют не только технологические характеристики инструмента, но и его правовая определенность, масштабируемость и устойчивость к внешним ограничениям.

В международных платежных отношениях это различие особенно важно. Здесь решающее значение имеют не только скорость перевода и программируемость, но и предсказуемость исполнения обязательства, совместимость с комплаенс-процедурами, правовая определенность и возможность встроить расчет в многосторонний контур. Поэтому преимущество ЦВЦБ состоит не просто в их цифровой форме, а в том, что они соединяют расчетную функцию, государственную гарантию и платформенную совместимость. Именно в этом смысле ЦВЦБ следует рассматривать как наиболее реалистичную форму цифровых денег для регулируемой трансформации международных расчетов.

Дополнительным аргументом в пользу такого вывода выступает сопоставление масштаба рынка криптовалют и масштабов мировой торговли товарами. Даже наиболее капитализированные частные цифровые инструменты существенно уступают по объему тем потокам, которые должны обслуживаться в системе международных расчетов на уровне государств и крупных корпораций. Это ограничивает их пригодность в качестве системообразующей базы для внешнеторговых расчетов и, напротив, усиливает интерес к ЦВЦБ как к форме денег, способной опираться на денежный суверенитет и инфраструктуру центрального банка. Соответствующее сопоставление представлено в таблице 1.

Таблица 1

Сопоставление масштаба криптовалют и мировой торговли товарами

Показатель	Значение	Соотношение с мировой торговлей товарами
Рыночная капитализация Bitcoin	1,405 трлн долл. США	около 5,75%
Совокупная рыночная капитализация криптовалютного рынка	2,48 трлн долл. США	около 10,15%
Совокупная капитализация рынка стейблкоинов	312 млрд долл. США	около 1,28%
Мировая торговля товарами (2024 г.)	24,43 трлн долл. США	100%

Примечание: составлено автором на основе данных ВТО [22] и CoinGecko [23]

mBridge как практическое подтверждение многосторонней модели

Практическая значимость ЦВЦБ подтверждается тем, что соответствующие решения уже вышли за рамки концептуального обсуждения. Наиболее показательным примером выступает проект mBridge, развивающийся под эгидой Банка международных расчетов (BIS) совместно с Валютным управлением Гонконга, Банком Таиланда, Институтом цифровой валюты Народного банка Китая и Центральным банком ОАЭ; в 2024 г. к числу полноправных участников присоединился Центральный банк Саудовской Аравии [8; 9].

В пилоте 2022 г. двадцать коммерческих банков из Гонконга, материкового Китая, Таиланда и ОАЭ провели на платформе 164 платежные и валютные транзакции на сумму свыше 22 млн долл. США в эквиваленте. Для этого на платформе было размещено около 12,1 млн долл. США эквивалентной ликвидности в четырех цифровых валютах центральных банков [8]. Это важно не только как технический результат. Фактически платформа использовалась не просто как канал проведения платежа, а как среда более эффективного использования расчетной ликвидности.

Значение mBridge состоит, во-первых, в том, что расчеты строятся в нескольких национальных валютах, а не вокруг одной внешней резервной валюты. Во-вторых, расчетный актив имеет форму денег центрального банка. В-третьих, каждый центральный банк сохраняет контроль над выпуском своей цифровой валюты, кругом участников и лимитами владения. Следовательно, валютный суверенитет не устраняется, а сочетается с общей инфраструктурой расчетов [8; 9]. Тем самым mBridge показывает, что расчеты в национальных валютах на базе нескольких ЦВЦБ являются не теоретической конструкцией, а практически реализуемым направлением развития международных платежных отношений.

Вместе с тем опыт mBridge выявляет и границы одной лишь платформенной архитектуры. Даже если сокращается число посредников и ускоряется проведение операции, остается вопрос о координации обязательств и экономии ликвидности внутри многосторонней сети. Поэтому главный экономический выигрыш подобных систем связан не только с цифровой формой денег, но и с механизмом клиринга.

Подход к моделированию многостороннего клиринга и неттинга

Формальная постановка основывается на предположении о том, что значительная часть дефицита ликвидности в международных расчетах обусловлена валовым способом исполнения обязательств. Если каждая операция проводится отдельно, системе требуется больший объем расчетных активов. Напротив, многосторонний клиринг позволяет сворачивать циклы встречных обязательств и тем самым сокращать общий объем необходимой ликвидности [6].

Рассмотрим множество стран-участников N и матрицу обязательств O = (o_{ij}), где o_{ij} — сумма, которую страна i должна стране j в базовой расчетной единице. Тогда валовой объем обязательств определяется как (1).

$$G(O) = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N, j \neq i} o_{ij} \quad (1)$$

Чистая позиция страны i определяется как (2).

$$p_i = \sum_{j \in N} o_{ij} - \sum_{j \in N} o_{ji} \quad (2)$$

Если $p_i > 0$, страна имеет чистое требование к коалиции; если $p_i < 0$, чистое обязательство. После многостороннего клиринга системе необходимо покрыть только совокупную отрицательную позицию (3), которая эквивалентна сумме положительных позиций:

$$N(O) = \sum_{i \in N: p_i > 0} p_i = - \sum_{i \in N: p_i < 0} p_i \quad (3)$$

Тогда экономия ликвидности (4) от многостороннего неттинга определяется как:

$$L(O) = G(O) - N(O) \quad (4)$$

В этой постановке ЦВЦБ выступает не просто цифровой формой денег, а инфраструктурной основой правил клиринга: именно она позволяет реализовать регулярный неттинг, расчеты по единым правилам, лимиты, приоритеты и прозрачную верификацию обязательств.

Оценка экономии ликвидности на основе торговых данных

Для прикладной иллюстрации используются данные о торговых потоках между Россией, Китаем, Индией и ОАЭ за 2024 г., где экспортные потоки принимаются как приближенный индикатор потенциальных платежных обязательств [10].

Таблица 2

Экспортные потоки между участниками коалиции (млрд долл. США, 2024 г.)

Экспортёр / Импортёр	Россия (RUS)	Китай (CHN)	Индия (IND)	ОАЭ (ARE)
Россия (RUS)	-	129,0	66,1	6,4
Китай (CHN)	110,0	-	121,4	74,7
Индия (IND)	4,1	17,2	-	34,8
ОАЭ (ARE)	4,5	43,3	38,4	-

Примечание: составлено автором по данным BACI (CEPII) [21].

Для коалиции Россия – Китай – Индия валовой объем обязательств составляет: $G_{RCI} = 129{,}0 + 66{,}1 + 110{,}0 + 121{,}4 + 4{,}1 + 17{,}2 = 447{,}8$ млрд долл. США. (5)

Чистые позиции по формуле (2) равны: Россия p_R=81,0; Китай p_C=85,2; Индия p_I=−166,2. Тогда чистый объем необходимой ликвидности после клиринга равен:

N_{RCI} = 81,0 + 85,2 = 166,2 млрд долл. США. (6)

Соответственно, экономия ликвидности от многостороннего неттинга составляет:

$L_{RC\,I}$ = 447,8 – 166,2 = 281,6 млрд долл. США. (7)

Иначе говоря, переход от валового исполнения обязательств к многостороннему клирингу сокращает потребность в ликвидности примерно на 62,9 %:

$\frac{281{,}6}{447{,}8} \times 100 \approx 62{,}9\ \%$ (8)

Теперь рассмотрим расширенную коалицию с присоединением ОАЭ. На основе полной матрицы потоков из таблицы 2 валовой объем обязательств составляет:

G_{RCIU} = 649,9 млрд долл. США. (9)

Чистые позиции принимают значения: Россия 82,9; Китай 116,6; Индия -169,8; ОАЭ -29,7. Тогда чистый объем ликвидности после клиринга равен:

N_{RCIU} = 82,9 + 116,6 = 199,5 млрд долл. США. (10)

Экономия ликвидности в расширенной коалиции составляет:

L_{RCIU} = 649,9 – 199,5 = 450,4 млрд долл. США. (11)

Следовательно, маржинальная выгода от присоединения ОАЭ в терминах экономии ликвидности равна:

$\Delta L_U = L_{RCIU} - L_{RCI} = 450.4 - 281.6 = 168.8$ млрд долл. США. (12)

Экономический смысл результата состоит в том, что присоединение нового участника увеличивает число циклов взаимных обязательств, которые могут быть свернуты клирингом. Поэтому прирост выгоды объясняется не только собственным объемом торговли с новым участником, но и изменением всей конфигурации сети.

Подход к оценке вклада участников в платежную коалицию

Поскольку выигрыш от многостороннего клиринга возникает только в коалиции, его целесообразно описывать средствами кооперативной теории игр. Для любой коалиции $S \subseteq N$ определим ее ценность как экономию ликвидности внутри данной группы стран:

$v(S) = L(O_S)$, (13)

где O_S — подматрица обязательств, ограниченная участниками коалиции S [7]. Тогда число Шепли для участника i задается формулой:

$$\phi_i(v) = \sum_{S \subseteq N \setminus \{i\}} \frac{|S|!\,(|N| - |S| - 1)!}{|N|!} [v(S \cup \{i\}) - v(S)] \quad (14)$$

Здесь $\phi_i(v)$ отражает средний предельный вклад участника i во всех возможных порядках формирования коалиции [6, 7]. Экономически это означает, что страна может быть важна для расчетного контура не только как крупный торговый партнер, но и как структурный узел, повышающий общую эффективность сети взаимозачета. Тем самым число Шепли позволяет перевести обсуждение расширения платежной коалиции из декларативной плоскости в экономическую.

Для рассматриваемой коалиции Россия–Китай–Индия–ОАЭ расчет числа Шепли показывает, что суммарный кооперативный выигрыш от многостороннего неттинга распределяется между участниками неравномерно. Наибольшее значение Шепли имеет Китай — 179,142 млрд долл. США, далее следуют Россия — 126,675 млрд долл. США, ОАЭ — 85,542 млрд долл. США и Индия — 59,042 млрд долл. США (таблица 3). Такая структура распределения означает, что вклад участника в общий эффект клиринга определяется не только абсолютным объемом его торговых потоков, но и тем, насколько его включение изменяет конфигурацию всей сети обязательств и увеличивает возможности многостороннего зачета.

Таблица 3
Вектор Шепли для коалиции RUS–CHN–IND–ARE

Страна	Значение Шепли, млрд долл. США	Доля в общем кооперативном выигрыше, %
Россия (RUS)	126.675	28.12
Китай (CHN)	179.142	39.77
Индия (IND)	59.042	13.11
ОАЭ (ARE)	85.542	18.99
Итого	**450.400**	**100.00**

Примечание: расчёты авторов.

Значение результатов для цифрового рубля Банка России

Для России полученные результаты имеют прямое прикладное значение. Банк России указывает, что платформа цифрового рубля проектируется с учетом возможности интеграции с иностранными платформами ЦВЦБ для трансграничных расчетов как в двустороннем, так и в многостороннем формате [4; 11]. Это означает, что цифровой рубль следует рассматривать не как изолированный внутренний инструмент, а как потенциальный элемент более широкой совместимой архитектуры расчетов в национальных валютах.

При этом перспективность цифрового рубля определяется не самим фактом его запуска, а способностью быть встроенным в такой расчетный контур, где сочетаются платформенный расчетный актив, механизмы многостороннего клиринга и прозрачные правила распределения кооперативной выгоды. Именно в этой логике цифровой рубль может способствовать улучшению стоимости, скорости, прозрачности и доступности международных платежей [4; 11].

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать три основных вывода. Во-первых, цифровые валюты центральных банков являются наиболее пригодной формой цифровых денег для регулируемой трансформации международных платежных отношений, поскольку именно они способны сочетать расчетную функцию с правовой определенностью, встроенным комплаенсом и платформенной совместимостью [3; 4; 5]. Во-вторых, опыт mBridge показывает, что многосторонние расчеты в национальных валютах на базе нескольких ЦВЦБ уже являются практически реализуемым направлением развития международных расчетов [8; 9]. В-третьих, главный экономический выигрыш такого контура связан не только с цифровизацией денег, но и с возможностью многостороннего клиринга и неттинга, позволяющих резко сокращать валовую потребность в ликвидности. На примере коалиции Россия – Китай – Индия – ОАЭ показано, что присоединение нового участника способно существенно увеличить ценность расчетной коалиции именно за счет изменения конфигурации сети обязательств [6; 7; 10]. Следовательно, развитие международных платежных отношений на основе ЦВЦБ следует связывать не с простой цифровизацией денежного обращения, а с формированием координированных многосторонних расчетных контуров.

Литература

1. Буторина, О. В. Закономерности валютно-финансовой интеграции: мировой опыт и СНГ / О. В. Буторина // Деньги и кредит. - 2005. - № 8. - С. 42-50.
2. Cohen, B. J. Bretton Woods System / B. J. Cohen // Routledge Encyclopedia of International Political Economy. - London : Routledge, 2001. - P. 95-102.
3. Cryptocurrencies and blockchain. - Brussels : European Parliament, 2018.
4. Цифровой рубль: доклад для общественных консультаций. - Москва : Банк России, 2020. - URL: https://www.cbr.ru/StaticHtml/File/112957/Consultation_Paper_201013.pdf (дата обращения: 13.01.2026).
5. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 24.07.2023 № 340-ФЗ. - Текст : электронный.
6. Ahuja, R. K. Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications / R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, J. B. Orlin. - Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1993.
7. Shapley, L. S. A value for n-person games / L. S. Shapley // Contributions to the Theory of Games. - Vol. II. - Princeton : Princeton University Press, 1953. - P. 307-317.
8. Project mBridge: Connecting economies through CBDC / BIS Innovation Hub, Hong Kong Monetary Authority, Bank of Thailand, Digital Currency Institute of the People's Bank of China, Central Bank of the United Arab Emirates. - 2022. - URL: https://www.bis.org/publ/othp59.pdf (дата обращения: 13.01.2026).
9. Project mBridge reached minimum viable product stage and welcomes new members / BIS Innovation Hub. - 2024. - URL: https://www.bis.org/about/bisih/topics/cbdc/mcbdc_bridge.htm (дата обращения: 13.01.2026).
10. BACI: International Trade Database at the Product-Level. - Paris : CEPII. - URL: https://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele_item.asp?id=37 (дата обращения: 13.01.2026).
11. Основные направления развития финансовых технологий на период 2025-2027 годов. - Москва : Банк России, 2024. - URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/166399/onfintech_2025-27.pdf (дата обращения: 13.01.2026).
12. О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма : Федеральный закон от 07.08.2001 № 115-ФЗ. - Текст : электронный.
13. О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ. - Текст : электронный.
14. Eichengreen, B. Exorbitant Privilege: The Rise and Fall of the Dollar and the Future of the International Monetary System / B. Eichengreen. - Oxford : Oxford University Press, 2011.
15. Cohen, B. J. Currency Power: Understanding Monetary Rivalry / B. J. Cohen. - Princeton : Princeton University Press, 2015.
16. Triffin, R. The Evolution of the International Monetary System: Historical Reappraisal and Future Perspectives / R. Triffin. - Princeton : Princeton University, International Finance Section, 1964. - 64 p.
17. Lima, U. M. Use of National Currencies in International Settlements: Experience of the BRICS Countries / U. M. Lima, M. X. Nascimento, S. Karataev [et al.]. - Joint Research Paper.
18. Assenmacher, K. A unified framework for CBDC design: remuneration, collateral haircuts and quantity constraints / K. Assenmacher, A. Berentsen, C. Brand, N. Lamersdorf // ECB Working Paper Series. - 2021.
19. Chiu, J. Bank market power and central bank digital currency: Theory and quantitative assessment / J. Chiu, S. Davoodalhosseini, J. Jiang, Y. Zhu // Journal of Political Economy. - 2023. - Vol. 131. - No. 5. - P. 1213-1248.
20. Soderberg, G. Behind the scenes of central bank digital currency: Emerging trends, insights, and policy lessons / G. Soderberg, M. Bechara, W. Bossu et al. // FinTech Notes. - 2022. - No. 4.
21. OEC API (Tesseract): International trade data (BACI, HS6 Rev. 2022, 2022-2024), cube trade_i_baci_a_22 // The Observatory of Economic Complexity. - URL: https://api-v2.oec.world/tesseract/cubes/trade_i_baci_a_22 (дата обращения: 13.01.2026).
22. Global Trade Outlook and Statistics 2025 // World Trade Organization : официальный сайт. - URL: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_outlook25_e.pdf (дата обращения: 13.01.2026).
23. Crypto Market Cap Charts // CoinGecko : официальный сайт. - URL: https://www.coingecko.com/en/global-charts (дата обращения: 13.01.2026).
24. Кузнецов, А. С. Анализ применимости криптовалют и ЦВЦБ в международных расчетах / А. С. Кузнецов, А. А. Бондаренко // Инновации и инвестиции. - 2025. - № 6. - ISSN 2307-1804.

The Potential of the Digital Ruble in International Payment Relations amid the Limited Applicability of Cryptocurrencies and the Use of Multilateral Clearing

Kuznetsov A.S.
Russian Foreign Trade Academy

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines central bank digital currencies as the most realistic form of digital money for the regulated transformation of international payment relations. It is shown that their significance is determined not only by the digital form of money itself, but also by their ability to function as a settlement asset within a multilateral payment framework, where obligations are coordinated and gross liquidity needs are reduced through clearing and netting. The mBridge project is used as a practical illustration, confirming the feasibility of cross-border settlements based on several central bank digital currencies. To assess the economic effect of such a framework, the article proposes a cooperative model in which the value of a coalition is defined through liquidity savings, while the contribution of participants is measured by the Shapley value. Using trade flows between Russia, China, India, and the UAE as an example, the paper demonstrates that the accession of a new participant may increase the coalition's benefit not linearly, but by altering the overall configuration of the network of obligations. It is concluded that the prospects of the digital ruble in international settlements are primarily associated with the possibility of its integration into compatible multilateral settlement platforms operating in national currencies.

Keywords: international payment relations, central bank digital currency, CBDC, mBridge, digital ruble, clearing, netting, Shapley value, liquidity, payment coalition.

References

1. Butorina, O. V. Patterns of Monetary and Financial Integration: Global Experience and the CIS / O. V. Butorina // Money and Credit. - 2005. - No. 8. - Pp. 42-50.
2. Cohen, B. J. Bretton Woods System / B. J. Cohen // Routledge Encyclopedia of International Political Economy. - London : Routledge, 2001. - Pp. 95-102.
3. Cryptocurrencies and blockchain. - Brussels : European Parliament, 2018.
4. Digital Ruble: Report for Public Consultations. - Moscow: Bank of Russia, 2020. - URL: https://www.cbr.ru/StaticHtml/File/112957/Consultation_Paper_201013.pdf (accessed: 13.01.2026).
5. On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of 24.07.2023 No. 340-FZ. - Text: electronic.
6. Ahuja, R. K. Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications / R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, J. B. Orlin. - Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1993.
7. Shapley, L. S. A value for n-person games / L. S. Shapley // Contributions to the Theory of Games. - Vol. II. - Princeton: Princeton University Press, 1953. - P. 307-317.
8. Project mBridge: Connecting economies through CBDC / BIS Innovation Hub, Hong Kong Monetary Authority, Bank of Thailand, Digital Currency Institute of the People's Bank of China, Central Bank of the United Arab Emirates. - 2022. - URL: https://www.bis.org/publ/othp59.pdf (access date: 01/13/2026).
9. Project mBridge reached minimum viable product stage and welcomes new members / BIS Innovation Hub. - 2024. - URL: https://www.bis.org/about/bisih/topics/cbdc/mcbdc_bridge.htm (access date: 01/13/2026).
10. BACI: International Trade Database at the Product-Level. - Paris: CEPII. - URL: https://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/bdd_modele_item.asp?id=37 (accessed: 13.01.2026).
11. Main directions of development of financial technologies for the period 2025-2027. - Moscow: Bank of Russia, 2024. - URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/166399/onfintech_2025-27.pdf (accessed: 13.01.2026).
12. On Combating the Legalization (Laundering) of Criminally Obtained Incomes and the Financing of Terrorism: Federal Law of August 7, 2001, No. 115-FZ. - Electronic version.
13. On Digital Financial Assets, Digital Currency, and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of July 31, 2020, No. 259-FZ. - Electronic version.
14. Eichengreen, B. Exorbitant Privilege: The Rise and Fall of the Dollar and the Future of the International Monetary System / B. Eichengreen. - Oxford: Oxford University Press, 2011.
15. Cohen, B. J. Currency Power: Understanding Monetary Rivalry / B. J. Cohen. - Princeton: Princeton University Press, 2015.
16. Triffin, R. The Evolution of the International Monetary System: Historical Re-appraisal and Future Perspectives / R. Triffin. - Princeton: Princeton University, International Finance Section, 1964. - 64 p.
17. Lima, U. M. Use of National Currencies in International Settlements: Experi-ence of the BRICS Countries / U. M. Lima, M. X. Nascimento, S. Karataev [et al.]. - Joint Research Paper.
18. Assenmacher, K. A unified framework for CBDC design: remuneration, col-lateral haircuts and quantity constraints / K. Assenmacher, A. Berentsen, C. Brand, N. Lamersdorf // ECB Working Paper Series. - 2021.
19. Chiu, J. Bank market power and central bank digital currency: Theory and quantitative assessment / J. Chiu, S. Davoodalhosseini, J. Jiang, Y. Zhu // Journal of Political Economy. - 2023. - Vol. 131. - No. 5. - P. 1213-1248.
20. Soderberg, G. Behind the scenes of central bank digital currency: Emerging trends, insights, and policy lessons / G. Soderberg, M. Bechara, W. Bossu et al. // FinTech Notes. - 2022. - No. 4.
21. OEC API (Tesseract): International trade data (BACI, HS6 Rev. 2022, 2022-2024), cube trade_i_baci_a_22 // The Observatory of Economic Complexity. - URL: https://api-v2.oec.world/tesseract/cubes/trade_i_baci_a_22 (accessed on 13.01.2026).
22. Global Trade Outlook and Statistics 2025 // World Trade Organization: official website. - URL: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/trade_outlook25_e.pdf (accessed on 13.01.2026).
23. Crypto Market Cap Charts // CoinGecko: official website. - URL: https://www.coingecko.com/en/global-charts (accessed on 13.01.2026).
24. Kuznetsov, A. S. Analysis of the applicability of cryptocurrencies and central bank securities in international settlements / A. S. Kuznetsov, A. A. Bondarenko // Innovations and Investments. - 2025. - No. 6. - ISSN 2307-1804.

Китайский экспорт высокотехнологичных решений для «зелёного перехода»

Наклескина Анна Владимировна
независимый исследователь

В статье анализируются текущие изменения в структуре китайского экспорта, в результате которых значительная доля поставок на текущий момент приходится на «зелёную» продукцию и решения. Выявляется тенденция перехода от экспорта готового оборудования к поставкам комплексных системных решений, объединяющих цифровые и «зелёные» технологии. Исследуется роль институциональных механизмов и инструментов государственной поддержки, созданных в рамках китайской инициативы «Зелёный Шёлковый путь». В заключение анализируется значение продвижения национальных технологических стандартов для укрепления позиций китайского экспорта на внешних рынках.

Ключевые слова: Китай, зелёный переход, высокотехнологичный экспорт, «Пояс и путь», интеллектуальные энергосистемы, низкоуглеродные технологии.

Введение

В 2020 году Китай приступил к масштабной трансформации национальной экономики, в основе которой лежит парадигма «высококачественного развития». Новый подход предполагает переход от экстенсивного роста к интенсивному с опорой на наукоёмкие отрасли, а также внедрение высоких технологий на всех этапах создания стоимости продукции и услуг. Локомотивами этого процесса выступают отрасли «зелёной» и цифровой экономики. Их выбор китайскими властями в качестве приоритетных направлений изначально был обусловлен, с одной стороны, национальными интересами (улучшение экологии и повышение качества жизни населения) и растущим глобальным рыночным спросом, а, с другой стороны, – наличием доступных ресурсов и сформированных компетенций у китайских производителей.

Структурные изменения экономики повлекли за собой качественные преобразования в структуре экспорта. За последние 5-10 лет Китай стал ведущим мировым поставщиком высокотехнологичной «зелёной» продукции так называемой «новой тройки» – электромобилей, литий-ионных аккумуляторов и солнечных батарей. В 2025 году совокупный объём экспорта продукции данной категории приблизился к рекордным 1,3 трлн юаней (порядка 182 млрд долл. США), за пять лет увеличившись в 3,5 раза [1]. При этом уже сегодня наметилась тенденция перехода от экспорта готовой продукции и оборудования к поставкам комплексных высокотехнологичных решений: от создания интеллектуальных энергетических сетей на территориях иностранных государств до строительства умных «зелёных» городов.

Экспорт высокотехнологичной «зелёной» продукции и решений получает широкую государственную поддержку в рамках политики «Зелёного Шёлкового пути». Инициатива предусматривает обширный комплекс мер, включающих отраслевые стимулы и институциональные механизмы, направленные на содействие китайским экспортёрам и повышение конкурентоспособности их предложений на глобальном уровне.

Рост доли высокотехнологичной, в частности «зелёной», продукции в общем объёме экспорта влияет на модель торгового и внешнеэкономического сотрудничества Китая с другими странами. Стремясь упрочить свои позиции, Китай активно участвует в выработке рекомендаций и технологических стандартов для продукции и решений нового типа. Такой подход позволяет китайским производителям закрепиться на внешних рынках, гарантируя лучших доступ для своих товаров и сервисных услуг за рубежом.

Государственная поддержка экспорта в рамках политики «Зелёного Шёлкового пути»

Центральной концепцией внешнеэкономической политики Китая в последнее десятилетие является масштабная инициатива по расширению международного сотрудничества – «Один пояс, один путь». В соответствии с ней Китай развивает взаимодействие с зарубежными государствами вдоль основных сухопутных и морских торговых путей, охватывающих три континента – Азию, Европу и Африку.

В 2015 году китайские власти издали документ, в котором изложили своё стратегическое видение и конкретные предложения по совместному развитию проекта «Один пояс, один путь» [2]. Экологический компонент изначально фигурировал в качестве одного из неотъемлемых и основополагающих принципов инициативы. Строительство инфраструктуры с низким уровнем выбросов, освоение новых источников энергии, включая возобновляемые, а также содействие торговому и инвестиционному сотрудничеству, ориентированному на «зелёное» развитие, были провозглашены в числе ключевых приоритетов международного взаимодействия в рамках этой политики.

В 2017 году в целях улучшения условий участия китайских организаций в международных проектах, а также для продвижения принципов устойчивого развития в странах-партнёрах (в Китае эти принципы реализуются в рамках национальной концепции «экологической цивилизации») был принят отдельный программный документ – Руководящие принципы продвижения «Зелёного пояса и пути» [3]. Руководящие принципы фактически стали основой для формирования «Зелёного Шёлкового пути», представляющего собой совокупность политических установок, институциональных и финансовых механизмов, направленных на повышение экологической устойчивости в процессе реализации совместных промышленных и трансграничных проектов с иностранными

партнёрами. В дальнейшем «Зелёный Шёлковый путь» стал также политической основой для поддержки экспорта высокотехнологичной китайской продукции и решений.

В 2017 году в развитие руководящих принципов был опубликован План сотрудничества в области экологии и окружающей среды в рамках «Пояса и пути» [4]. Документ ориентирован на поддержку международной торговли «экологичными» товарами и услугами, в том числе за счёт совершенствования систем управления «зелёными» цепочками поставок товаров и услуг. В качестве одного из ключевых инструментов совершенствования управления определена стандартизация. В практическом плане документ закладывает институциональную основу для дальнейшего экспорта китайской высокотехнологичной продукции и решений, придавая внешнеэкономической деятельности отдельных китайских компаний статус целенаправленной государственной политики. Важно, что наряду с «зелёными» товарами в документе фигурирует также экспорт услуг, что определяет дальнейший переход Китая от поставок оборудования к экспорту комплексных системных решений.

На основе этих документов были разработаны прикладные инструменты поощрения «зелёной» торговли и инвестиций. Так, в ноябре 2018 года стали действовать Принципы «зелёного» инвестирования для «Пояса и пути», сформулированные в результате совместной работы Китайского комитета по «зелёному» финансированию и Корпорации лондонского Сити при участии ряда профильных организаций, включая Международную финансовую корпорацию [5]. К 2025 году к инициативе присоединились 50 финансовых институтов из Китая, Великобритании, Европы и ряда развивающихся стран с совокупным объёмом активов, превышающим 40 трлн долл. США [6].

Принципы не ограничиваются рекомендациями по поводу применения инструментов «зелёного» финансирования, но также предписывают учитывать «зелёные» характеристики товаров и услуг на всех этапах цепочек поставок. Это даёт значимые преимущества китайским поставщикам, фактически стимулируя компании использовать китайскую «зелёную» продукцию и услуги при реализации проектов. В заключение принципы призывают «наращивать потенциал посредством коллективных действий», в рамках чего китайская сторона не только формирует пул готовых «зелёных» проектов, но и обучает местные кадры, что в результате создаёт основу для распространения своих стандартов и сервисных платформ, укрепляя тем самым позиции китайского экспорта [5].

При этом производство китайских высокотехнологичных «зелёных» товаров в последние 10 лет активно наращивалось, чему способствовал доступ к необходимым сырьевым ресурсам, а также уже наработанные китайскими специалистами компетенции, в том числе в сфере электроники и цифровизации. В 2020 году развитие «зелёной» и цифровой экономики было определено в качестве общегосударственного приоритета на самом высоком уровне. Соответствующие цели и задачи развития легли в основу 14-го пятилетнего плана социально-экономического развития КНР на период с 2021 по 2025 год и ряда документов, направленных на его выполнение. Успешная реализация мер по развитию новых отраслей экономики привела к росту предложения китайской высокотехнологичной «зелёной» продукции на глобальном рынке, а также к качественным изменениям в структуре экспорта. Динамику этих изменений отражает статистика китайского «зелёного» экспорта: в 2025 году поставки литий-ионных аккумуляторов китайского производства за рубеж выросли на 26,2% по сравнению с предыдущим годом, а ветряных турбин – на 48,7% [1].

В этот период важным институциональным механизмом в продвижении китайской продукции и услуг данной категории становится учреждённая в апреле 2019 года Министерством экологии и окружающей среды КНР совместно с иностранными партнёрами Международная коалиция «зелёного» развития «Пояса и пути». Коалиция служит платформой для сближения позиций, выработки согласованных действий и подходов, а также для достижения Целей устойчивого развития ООН и выполнения Парижского соглашения к Конвенции ООН об изменении климата. К настоящему моменту в Коалиции участвуют 50 организаций, а также более 26 профильных государственных ведомств (преимущественно из развивающихся стран), 9 органов и учреждений ведущих международных организаций, 61 неправительственная организация и 33 компании, названные в качестве партнёрских организаций [7].

На практике функции Коалиции выходят далеко за рамки дискуссионной площадки. Китай использует эту платформу как механизм для продвижения не только готовой продукции, но и сопутствующих нормативно-технических требований. В частности, китайская сторона рекомендует компаниям применять международные и национальные стандарты (в части, где их требования превосходят международные) при реализации проектов в рамках «Пояса и пути».

В дополнение к этому, в июне 2025 года был опубликован Перечень технологий в области устойчивого развития для стран «Пояса и пути», подготовленный Министерством науки и технологий КНР совместно с Государственным фондом естественных наук Китая [8]. В список вошло 417 технологий в 8 областях, включая технологии на основе искусственного интеллекта и больших данных, возобновляемые источники энергии и системы её хранения, «зелёное» строительство, умные города, а также низкоуглеродный транспорт. Таким образом китайская сторона определила общие потребности стран «Пояса и пути», для которых намерена предложить системные решения, основанные на китайском опыте и технологиях. Предполагается, что перечень будет ежегодно обновляться.

Качественная трансформация китайского экспорта: переход к комплексным высокотехнологичным решениям

Принимаемые в рамках «Пояса и пути» меры отражают фактический экспортный потенциал Китая на текущем этапе. Китай находится в стадии, когда экспорт высокотехнологичного оборудования с высокой добавленной стоимостью (к которому он перешёл от экспорта комплектующих за одно десятилетие) трансформируется в экспорт комплексных технологических решений, включающих оборудование, программное обеспечение, цифровые платформы и сервисную поддержку. Такой подход позволяет Китаю в долгосрочной перспективе занимать устойчивые позиции на внешних рынках, во многом определяя мировые тенденции развития новых отраслей «зелёной» экономики.

После того, как в 2021 году правительство Китая заявило о прекращении строительства новых угольных электростанций за рубежом, китайский капитал и предприятия приступили к масштабной реструктуризации своих портфелей глобальных энергетических проектов, увеличивая долю «зелёной» энергетики. Согласно отчёту Международного научно-исследовательского института «зелёных» финансов при Центральном университете финансов и экономики, подготовленному совместно с британским Институтом исследований развития, в период с октября 2022 по июнь 2025 года китайские компании участвовали в реализации более чем 500 проектов в сфере возобновляемой энергетики (включая гидроэнергетику) за рубежом. Из них 299 проектов пришлось на солнечную генерацию и 92 проекта – на ветряную генерацию. При этом китайские компании доминируют в цепочках поставок оборудования для солнечной фотоэлектрической генерации (92% всех солнечных модулей) и ветряных турбин (82% мирового производства) [9].

Одновременно с этим растёт число проектов в сфере интегрированной энергетики. Хотя на момент подготовки отчёта их общее количество составляло всего 32, совокупная установленная мощность достигла 22,8 ГВт, что соответствует 10% от общей мощности всех указанных выше проектов. Это свидетельствует о высокой адаптивности китайских решений, разрабатываемых с учётом конкретных условий на местах. Проекты в области интегрированной энергетики представлены, в частности, крупными гибридными инфраструктурными объектами, объединяющими генерацию и хранение выработанной энергии, часто в формате микросетей [9].

Рост числа проектов в области интегрированной энергетики закономерно создаёт спрос на использование умных сетей (smart grids) или, как их чаще называют в китайской практике, интеллектуальных устойчивых энергосистем. Такие решения предполагают наряду с созданием гибридной физической инфраструктуры также использование сложных цифровых систем, обеспечивающих балансирование мощности и потоков электроэнергии в зависимости от уровня её выработки. Примечательно, что зачастую подобные проекты реализуются для питания объектов цифровой инфраструктуры или для зарядки электромобилей, создавая таким образом замкнутую систему, основанную на цифровых и «зелёных» технологиях.

Так, китайская компания Hexing Electrical Co., Ltd. за 17 лет внедрила свои технологии интеллектуальных энергосетей в более чем 110 странах, при этом большая часть проектов пришлась на Юго-Восточную и Южную Азию. Это позволяет решать проблему нестабильного энергоснабжения в развивающихся странах, а также создавать микросети в изолированных регионах. В частности, компания реализует проект по созданию гибридной солнечной микросети для питания центра обработки данных в Мьянме. Национальная электросеть подаёт электричество только 2-4 часа в день, а использование дизель-генератора делает объект нерентабельным. Установка умной микросети призвана обеспечить стабильное и безопасное энергоснабжение объекта в условиях крайне нестабильной работы центральной сети [10].

В сентябре 2025 года в Иордании (страна-участник «Пояса и пути» с 2023 года) компания Shenzhen Winline Technology Co., Ltd. ввела в коммерческую эксплуатацию первую зарубежную «гибкую» электростан-

цию, сочетающую солнечную генерацию с системами накопления энергии и обеспечивающую стабильное электроснабжение. Система функционирует в изолированном режиме, а вырабатываемая электроэнергия используется для зарядки электромобилей. Проект вносит значимый вклад в развитие безуглеродной энергетики и «зелёного» транспорта, и, кроме того, соответствует целям национальной стратегии Иордании по комплексному развитию энергетического сектора [11].

Аналогичные комплексные проекты активно реализуются также в сферах «умных городов» и «зелёного» транспорта. В рамках нового 15-го пятилетнего плана социально-экономического развития особое внимание уделяется развитию умного, устойчивого и низкоуглеродного строительства на базе цифровых технологий и «зелёной» инфраструктуры. Данный подход объединяет такие компоненты, как применение возобновляемых источников энергии, повышение эффективности использования ресурсов, оптимизацию транспортных сетей, совершенствование городского планирования и внедрение современных систем управления отходами. Своим опытом Китай делится со странами-партнёрами в рамках «Пояса и пути» [12].

Так, китайская сторона участвует в создании Центрального делового района Новой административной столицы Египта, а также нового города Эль-Аламейн. При проектировании и строительстве этих объектов используется опыт и компетенции китайских подрядчиков в создании «умных» устойчивых городов и в области «зелёного» строительства [13]. Разработка и реализация похожих проектов с участием китайских компаний ведётся в Малайзии, Таиланде, Саудовской Аравии, ОАЭ и странах Центральной Азии.

Экспорт стандартов как институциональный механизм продвижения китайских решений

Китай стремится укрепить позиции своей продукции и технологий за рубежом посредством разработки и продвижения собственных технологических стандартов. В условиях динамично развивающейся высокотехнологичной среды это имеет особое значение, поскольку позволяет оказывать влияние на формирование нормативных документов и подходов к стандартизации на международном уровне. Реализация этой задачи достигается как через взаимодействие с международными организациями и органами стандартизации (ISO, IEC), так и в рамках двустороннего и многостороннего сотрудничества с отдельными странами и регионами.

Основой для этого служит обширная стратегическая программа, направленная на пересмотр и доработку китайских стандартов, приведение их в соответствие с общепринятыми международными нормами и последующее международное признание. Программа реализуется в соответствии с Планом развития национальной стандартизации, принятым в 2021 году на высшем государственном уровне, а также регулярно обновляемыми Планами действий по его реализации [14]. При этом особое внимание уделяется развитию стандартизации в области исследований и разработок передовых технологий, включая цифровые технологии нового поколения, новые источники энергии и транспортные средства, работающие на новых источниках энергии. В разработке стандартов принимают активное участие компании, включая частный сектор.

Технологические стандарты на «зелёную» продукцию активно продвигаются в рамках «Зелёного Шёлкового пути». Значительную роль в этом процессе играет платформа Международной коалиции «зелёного» развития «Пояса и пути». В частности, в октябре 2024 года Коалиция запустила исследовательский и демонстрационный проект по разработке стандартов низкоуглеродных транспортных средств для стран-участниц «Пояса и пути». Целью проекта заявлено создание единых стандартов учёта углеродного следа и правил сертификации для легковых автомобилей. Во многих государствах, уже принявших стратегии электрификации автопарка, пока отсутствуют необходимые документы, регулирующие такой переход. В сложившихся условиях, китайская и международная практика в области стандартизации такого рода продукции может послужить основой для формирования локальных требований [15].

Одновременно с публикацией Перечня технологий в области устойчивого развития для стран «Пояса и пути» был учреждён Альянс по сотрудничеству в области низкоуглеродных технологий в рамках инициативы «Один пояс, один путь», объединивший китайские и зарубежные научно-исследовательские учреждения и предприятия. Этот механизм будет, в том числе, способствовать взаимному признанию стандартов и обмену правами интеллектуальной собственности, тем самым ускоряя процесс передачи технологий и их внедрения на внешних рынках стран-реципиентов [16].

Заключение

Текущие преобразования в экономике Китая, связанные со стремительно возросшей ролью «зелёных» и цифровых отраслей, влияют на экспортную стратегию государства. В короткие сроки Китай перешёл от так называемого «экспорта комплектующих» к поставкам сложного оборудования с высокой добавленной стоимостью, полностью производимого китайскими компаниями с использованием китайских технологий. В настоящий момент можно наблюдать, как поставки оборудования трансформируются в поставки комплексных системных решений, включающих технологии интеллектуальных устойчивых сетей, «зелёных» умных городов и «зелёного» транспорта. При этом намечается, что следующим шагом может стать предоставление мощностей «зелёных» центров обработки данных иностранным компаниям (первый коммерческий проект такого типа, использующий морскую ветряную генерацию и естественное охлаждение водой, уже запущен в Шанхае, хотя пока работает для китайских компаний).

Китай продвигает экспорт «зелёной» продукции и решений, используя для этого различные институциональные механизмы, созданные в рамках инициативы «Один пояс, один путь». Тем самым внешнеэкономическая деятельность китайских поставщиков и подрядчиков не только возводится в статус скоординированной государственной политики, но и получает разнообразную государственную поддержку. Одним из ключевых инструментов такой поддержки являются усилия китайских институтов по продвижению национальных технологических стандартов на внешних рынках. Для этого в рамках инициативы «Зелёный Шёлковый путь» создаются различные рабочие группы, а также реализуются демонстрационные и исследовательские проекты.

Такой подход позволяет Китаю задавать рамку для формирования стандартов на внешних рынках с учётом специфики собственной продукции и технологических решений, что напрямую укрепляет их конкурентные позиции и экспортный потенциал. Это, в свою очередь, открывает китайским участникам более широкий доступ к международным высокотехнологичным «зелёным» проектам, усиливает их влияние на профильных переговорных площадках и в конечном счёте закладывает прочный фундамент для лидерства Китая в глобальной повестке устойчивого развития.

Литература

1. Пресс-конференция Главного таможенного управления по ситуации с импортом и экспортом за 2025 год // Главное таможенное управление Китайской Народной Республики. URL: http://www.customs.gov.cn/customs/xwfb34/302330/hgzs2025nqsjdjckqkxwfbh/index.html (дата обращения: 20.04.2026).
2. Полный текст: Видение и практические действия по совместному созданию «Пояса и пути» // Информационное бюро Государственного совета Китайской Народной Республики / Синьхуа. 2015. 28 марта. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2015-03/28/content_76329478.htm (дата обращения: 20.04.2026).
3. Руководящие принципы продвижения «Зелёного Пояса и пути» // Информационное бюро Государственного совета Китайской Народной Республики / Онлайн-портал «Пояс и путь». 2017. 26 апреля. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2017-04/26/content_76329473.htm (дата обращения: 20.04.2026).
4. План сотрудничества в области экологии и окружающей среды в рамках «Пояса и пути» // Информационное бюро Государственного совета Китайской Народной Республики / Онлайн-портал «Пояс и путь». 2017. Май 14. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2017-05/14/content_76329503.htm (дата обращения: 20.04.2026).
5. Что такое GIP? // Принципы «зелёного» инвестирования. URL: https://gipbr.net/SIC?id=170&m=2 (дата обращения: 20.04.2026).
6. Ежегодное собрание Принципов «зелёного» инвестирования в рамках «Пояса и пути» (GIP) успешно состоялось в Гонконге // Пекинский институт «зелёных финансов и устойчивого развития. 2025. 14 октября. URL: https://www.ifs.net.cn/news/1908 (дата обращения: 20.04.2026).
7. Международная коалиция «зелёного» развития «Пояса и пути» (BRIGC). Институт «зелёного» развития «Пояса и пути». Официальный веб-сайт. URL: http://en.brigc.net/About_us/Overview/202009/t20200928_102502.html (дата обращения: 20.04.2026).
8. Объявление о публикации Перечня технологий в области устойчивого развития для стран «Пояса и пути» (2025) // Центр управления Повесткой дня на XXI век при Министерстве науки и технологий КНР 2025. 18 июня. URL: https://www.acca21.org.cn/trs/00010003/17186.html (дата обращения: 20.04.2026).
9. Лю Б., Чжоу Чж., Шэнь В. Ландшафт зарубежных инвестиций Китая в возобновляемую энергетику (2022–2025) // Международный

научно-исследовательский институт «зелёных» финансов при Центральном университете финансов и экономики; Институт исследований развития. 2026. 2 февраля.

10. Китайская компания внедряет технологию «умных сетей» в 110 странах и регионах // Китайский совет по содействию развитию международной торговли. 2025. 4 июня. URL: https://en.ccpit.org/infoById/3483730b587811f0bdf90242ac1a0702/4 (дата обращения: 20.04.2026).

11. Winline Technology ввела в эксплуатацию первый в Иордании интегрированный микросетевой проект «фотоэлектрическая генерация – накопление энергии – зарядная инфраструктура – постоянный ток – гибкое управление» в поддержку развития местной безуглеродной энергетики // Winline Technology. Официальный сайт, Новости. 2025. 24 сентября. URL: https://en.szwinline.com/cases/winline-technology-commissions-jordans-first-integrated-pv-storage-charging-dc-flexible-microgrid-project-supporting-local-zero-carbon-energy-development/ (дата обращения: 20.04.2026).

12. Мунасингхе М. Новый план стимулирования всеобъемлющего «зелёного» роста // China Daily. 2025. 4 ноября. URL: https://www.chinadaily.com.cn/a/202511/04/WS69093b58a310f215074b8bc8.html (дата обращения: 20.04.2026).

13. Вторая китайско-египетская конференция по устойчивому развитию в строительстве прошла в Каире 2025. 1 сентября. URL: https://m.cnfin.com/wx/share?url=//m.cnfin.com/hg-lb//zixun/20250901/4295448_1.html (дата обращения: 20.04.2026).

14. Центральный комитет Коммунистической партии Китая и Государственный совет опубликовали «План развития национальной стандартизации» // Государственное управление по стандартизации Китая 2021. 11 октября. URL: https://www.sac.gov.cn/zt/gjbzhfzgyzt/art/2022/art_91f1782d17d545548fb9fac265a0615a.html (дата обращения: 20.04.2026).

15. Стартовое совещание по исследовательскому и демонстрационному проекту «Стандарты низкоуглеродных транспортных средств для стран Пояса и пути» и семинар по устойчивому транспорту прошли в Пекине // Международная коалиция «зеленого» развития «Пояса и пути» (BRIGC). 2024. 30 октября. URL: http://en.brigc.net/Media_Center/Updates/Latest_News/202410/t20241030_133544.html (дата обращения: 20.04.2026).

16. Официально опубликован «Перечень технологий устойчивого развития для стран "Пояса и пути" (2025)» // Официальный сайт Центра управления Повесткой дня на XXI век. 2025. 13 июня. URL: https://www.acca21.org.cn/trs/00010004/17166.html (дата обращения: 20.04.2026).

China's Export of High-Tech Solutions for the Green Transition

Nakleskina A.V.

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article examines the ongoing structural transformation of Chinese exports, in which products and solutions for the green transition now account for a significant share. It identifies a clear shift from the export of finished equipment towards the delivery of integrated system solutions that combine digital and green technologies. The study further explores the role of institutional mechanisms and state support instruments developed under China's Green Silk Road Initiative. In conclusion, it analyses the importance of promoting national technological standards as a means of strengthening the position of Chinese exports in global markets.

Keywords: China, Green Transition, High-Tech Export, Belt and Road Initiative, Smart Grids, Low-Carbon Technologies.

References

1. Press Conference of the General Administration of Customs on the Import and Export Situation for the Full Year of 2025 // General Administration of Customs of the People's Republic of China. URL: http://www.customs.gov.cn/customs/xwfb34/302330/hgzs2025nqsjdjckqkxwfbh/index.html (access date: 20.04.2026).
2. Full text: Vision and actions on jointly building Belt and Road // The State Council Information Office of The People's Republic of China / Xinhua. 2015. March 28. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2015-03/28/content_76329478.htm (access date: 20.04.2026).
3. Guidance on Promoting Green Belt and Road // The State Council Information Office of The People's Republic of China / Belt and Road Portal. 2017. April 26. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2017-04/26/content_76329473.htm (access date: 20.04.2026).
4. The Belt and Road Ecological and Environmental Cooperation Plan // The State Council Information Office of The People's Republic of China / Belt and Road Portal. 2017. May 14. URL: http://english.scio.gov.cn/beltandroad/2017-05/14/content_76329503.htm (access date: 20.04.2026).
5. What is GIP? // Green Investment Principles. URL: https://gipbr.net/SIC?id=170&m=2 (access date: 20.04.2026).
6. The 2025 Plenary Meeting of the Green Investment Principles (GIP) for the Belt and Road Successfully Held in Hong Kong // Beijing Institute of Finance and Sustainability. 2025. October 14. URL: https://www.ifs.net.cn/news/1908 (access date: 20.04.2026).
7. BRI International Green Development Coalition. BRI Green Development Institute. Official Website. URL: http://en.brigc.net/About_us/Overview/202009/t20200928_102502.html (access date: 20.04.2026).
8. Announcement on the Release of the List of Sustainable Development Technologies for Belt and Road Countries (2025) // The Administrative Center for China's Agenda 21, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. 2025. June 18. URL: https://www.acca21.org.cn/trs/00010003/17186.html (access date: 20.04.2026).
9. Liu B., Zhou Zh., Shen W. The Landscape of Chinese Renewable Energy Investment Overseas (2022 to 2025) // International Institute of Green Finance, Central University of Finance and Economics; Institute of Development Studies. 2026. February 2.
10. Chinese company brings smart grid technology to 110 countries, regions // China Council for the Promotion of International Trade. 2025. June 4. URL: https://en.ccpit.org/infoById/3483730b587811f0bdf90242ac1a0702/4 (access date: 20.04.2026).
11. Winline Technology Commissions Jordan's First Integrated "PV-Storage-Charging-DC-Flexible" Microgrid Project, Supporting Local Zero-Carbon Energy Development // Winline Technology. Official Website, News. 2025. September 24. URL: https://en.szwinline.com/cases/winline-technology-commissions-jordans-first-integrated-pv-storage-charging-dc-flexible-microgrid-project-supporting-local-zero-carbon-energy-development/ (access date: 20.04.2026).
12. Munasinghe M. New plan to boost inclusive green growth // China Daily. 2025. November 4. URL: https://www.chinadaily.com.cn/a/202511/04/WS69093b58a310f215074b8bc8.html (access date: 20.04.2026).
13. The Second China-Egypt Forum on Sustainable Development Held in Cairo // Global Finance. 2025. September 1. URL: https://m.cnfin.com/wx/share?url=//m.cnfin.com/hg-lb//zixun/20250901/4295448_1.html (access date: 20.04.2026).
14. The Central Committee of the Communist Party of China and the State Council Issue the "National Standardization Development Outline" // Standardization Administration of China (SAC). 2021. October 11. URL: https://www.sac.gov.cn/zt/gjbzhfzgyzt/art/2022/art_91f1782d17d545548fb9fac265a0615a.html (access date: 20.04.2026).
15. Kick-off Meeting for BRI Vehicles Low-Carbon Standards Research and Demonstration Project & Seminar on Sustainable Transportation Held in Beijing // BRI International Green Development Coalition (BRIGC). 2024. October 30. URL: http://en.brigc.net/Media_Center/Updates/Latest_News/202410/t20241030_133544.html (access date: 20.04.2026).
16. Catalogue of Sustainable Development Technologies for BRI Countries (2025) Officially Released // The Administrative Center for China's Agenda 21 (ACCA21), Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China. 2025. June 13. URL: https://www.acca21.org.cn/trs/00010004/17166.html (access date: 20.04.2026).

ИИ как актив и источник системного риска: экономико-регуляторный анализ на примере Китая

Саркисян Вероника Вартановна
кандидат юридических наук, доцент кафедры гражданского права, Южный федеральный университет, veronika.sarkisian@yandex.ru,

Чайка Екатерина Михайловна
студентка, Московский государственный институт международных отношений (Университет) (МГИМО МИД России), estkatieast@mail.ru

Статья посвящена проблеме управления рисками искусственного интеллекта в условиях цифровой трансформации экономики. Обосновывается двойственная природа ИИ-систем: они выступают стратегическими нематериальными активами, но одновременно порождают новые классы киберугроз. На примере Китая, характеризующегося высокой концентрацией цифровых рынков и активной регуляторной политикой, показано, что существующие экономико-математические модели (Гордон-Лоеб, FAIR, QBER, RCVaR, CYREM-ORM) и методологии управления рисками (OCTAVE, NIST) не в полной мере учитывают институциональную специфику, включая новые требования Закона о кибербезопасности КНР 2026 года. В работе предложена концепция коэффициента регуляторной чувствительности, отражающего зависимость финансовых последствий киберинцидентов от отраслевой принадлежности, масштаба бизнеса и характера обрабатываемых данных. Данный коэффициент позволяет адаптировать универсальные модели количественной оценки риска к особенностям национальных цифровых режимов и рассматривать институциональную среду не как внешнее ограничение, а как эндогенный фактор, формирующий структуру инвестиций в кибербезопасность.

Ключевые слова: искусственный интеллект, киберриски, управление рисками, регуляторная чувствительность, инвестиционные стратегии, FAIR, CYREM-ORM, Tsinghua University.

Введение

Современная мировая экономика характеризуется структурной трансформацией, обусловленной цифровизацией хозяйственных процессов и ускоренным внедрением технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ). Интеграция интеллектуальных алгоритмов в производственные, финансовые и управленческие практики приводит к формированию новой конфигурации экономических отношений, в рамках которой данные, вычислительные ресурсы и алгоритмические решения приобретают значение самостоятельных факторов экономического роста.

В этих условиях системы ИИ приобретают двойственную экономическую природу. С одной стороны, они выступают стратегически значимыми нематериальными активами, определяющими конкурентные позиции компаний, с другой стороны, их распространение сопровождается формированием новых рисков. К числу наиболее значимых относятся риски нарушения целостности данных и моделей, включая атаки на обучающие выборки [16], алгоритмические риски, связанные с ограниченной интерпретируемостью решений (эффект «черного ящика») [15], использование интеллектуальных систем в автоматизации кибератак [11], а также системные риски, возникающие вследствие унификации алгоритмов и взаимосвязанности цифровых инфраструктур [1]. В подобных условиях сбой отдельного элемента может инициировать каскадные негативные эффекты на уровне отдельных отраслей либо всего экономического сектора. Современные исследователи классифицируют киберриски на эндогенные (связанные с организационной сетью, бизнес-процессами, цепочками поставок и безопасностью) и экзогенные (связанные с окружающей средой, стихийные бедствия, социально-экономические и инфраструктурные происшествия) [20]. Применительно к ИИ-системам автономные атаки, например, можно отнести к эндогенным рискам безопасности, а каскадные эффекты синхронного поведения к экзогенным системным рискам.

Для компаний, активно использующих ИИ-решения, это означает изменение самой природы киберугроз: из преимущественно локальных и операционных они приобретают глобальный характер, затрагивая инвестиционную стабильность, стоимость цифровых активов и параметры долгосрочного экономического развития. Управление такими рисками перестает носить исключительно технический характер и становится элементом стратегического экономического планирования, как на уровне отдельных корпораций, так и на уровне государства.

Особую актуальность данная проблематика приобретает в Китае, где технологии ИИ активно внедряются в бизнес (автоматизация маркетинговых процессов, генерация контента, мониторинг социальных сетей и т.д.), промышленность (интеллектуальный контроль качества, робототехника, оптимизация цепочек поставок и логистики), здравоохранение (диагностика заболеваний, планирование операций, виртуальные больницы [5]), образование (персонализация образовательной траектории, системы автоматического оценивания), финансовый сектор (улучшение операционной эффективности, алгоритмизированный сервис анализа кредитных облигаций, автоматизация обработки страховых случаев) и сферу государственного управления (борьба с коррупцией, интеллектуальное управление городской безопасностью, предиктивная аналитика), что расширяет масштаб потенциальных последствий сбоев, переводя их из коммерческой сферы в плоскость общественно-экономической устойчивости. Более того, существенная концентрация цифровых рынков в рамках крупных платформенных экосистем, таких как Alibaba, Tencent и ByteDance, обусловливает ситуацию, при которой уязвимость алгоритмических решений одного участника способна оказывать дестабилизирующее воздействие на крупные сегменты экономики. Таким образом, возникает практическая потребность в разработке не только технических, но и экономико-институциональных моделей управления рисками, формируя самостоятельное исследовательское поле.

Современные модели количественной оценки киберрисков

Мировая практика выработала ряд подходов, позволяющих перевести качественные угрозы на язык финансовых показателей и оптимальных инвестиционных решений. К числу классических инструментов относятся экономико-математическая модель Гордона-Лоеба, обосновывающая существование оптимального уровня вложений в информационную безопасность [7], а также методология FAIR, ориентированная на количественную оценку вероятности инцидентов и масштаба потенциального ущерба [3]. Развитием конструкции FAIR выступает FAIR-

ROSI, интегрирующая количественный подход FAIR с классическим показателем возврата инвестиций в безопасность (ROSI) [8]. Если стандартный FAIR отвечает на вопрос «каков ожидаемый ущерб от риска», то FAIR-ROSI позволяет рассчитать, насколько инвестиции в ту или иную меру защиты снижают этот ущерб, и сравнить полученный эффект с затратами, что дает возможность обосновывать бюджет на кибербезопасность в терминах окупаемости.

В последние годы активно развиваются и альтернативные подходы к количественной оценке киберрисков, среди которых можно выделить модель QBER, которая оценивает ущерб от кибератак и выделяет три категории последствий: Technical, Economic, Legal [12]. В отличие от FAIR, требующего сложных расчетов и высокой экспертной подготовки, QBER позиционируется как более доступный инструмент, автоматизирующий сбор параметров из открытых данных об угрозах (OSINT), обеспечивающий интеграцию с существующими решениями кибербезопасности и анализ регуляторных требований [2]. Еще одной перспективной разработкой является модель RCVaR, адаптирующая финансовую концепцию VaR для киберрисков. В отличие от традиционных подходов, которые оценивают риск через вероятностные симуляции (например, метод Монте-Карло [9]), RCVaR опирается на реальные данные из публичных отчетов о киберинцидентах, публикуемых крупными вендорами (IBM, Kaspersky, Accenture) и отраслевыми ассоциациями [10,13]. Похожая идея прослеживается и в модели CYREM-ORM, суть которой заключается в использовании информации о кибератаках для проведения количественной оценки риска согласно методологии FAIR, что позволяет преобразовывать данные о киберугрозах в численные показатели ожидаемых финансовых потерь, кроме того, авторы концепции подчеркивают «отслеживаемость» и «прозрачность» формирования инвестиционных приоритетов [17].

Оптимизация распределения капитала в условиях цифровых угроз

Названные модели предоставляют инструментарий для количественной оценки рисков в денежном выражении, однако их ценность для принятия управленческих решений раскрывается в полной мере лишь при интеграции в инвестиционные стратегии, определяющие оптимальное распределение капитала между различными способами реагирования на выявленные угрозы. В китайском научном сообществе особое место занимает разработка моделей, учитывающих взаимозависимость цифровых активов и вероятность каскадного распространения инцидентов. Так, в исследованиях, проводимых в университете Цинхуа, предлагается двухкомпонентный подход, первым компонентом выступает оценка сетевых рисков (угрозы внешних кибератак, системные уязвимости, меры контроля сетевой безопасности, и общее влияние сбоев на работу системы безопасности), второй направлен на оптимизацию управления капиталом (формирование прединвестиционных (снижение риска), страховых (передача риска) и резервных(удержание риска) накоплений) [6]. Авторы концентрируются на оптимальном распределении инвестиций в защитные меры, страхование кибербезопасности и формирование финансовых резервов в условиях бюджетных ограничений. Подобная стратегия позволяет учитывать различия в масштабе бизнеса и уровне цифровой зависимости организаций.

Реализация любой инвестиционной стратегии невозможна без системного подхода к выявлению и оценке рисков, который определяется методологиями управления цифровыми угрозами. Среди множества существующих подходов к управлению цифровыми угрозами (ISO/IEC 27005, CRAMM, FRAP и др.) наиболее широкое признание в международной практике и наибольшую релевантность для анализа ИИ-рисков получили методологии OCTAVE и NIST SP 800-30 [22], которые направлены на системную оценку рисков, сочетая организационные и технические аспекты, служащие основой для многих количественных моделей (например, для FAIR). Авторы отмечают их соответствие требованиям, предъявляемым к современной оценке рисков: эффективность, быстрота, комплексность, учет организационных аспектов и интеграция с бизнес-процессами [21]. Модель OCTAVE позволяет самостоятельно разрабатывать «профиль» угрозы для конкретной организации, вместе с тем сложность структуры и потребность в опытных специалистах делают ее недоступной для небольших организаций. В литературе отмечаются и иные критически важные недостатки как OCTAVE, так и TARA: производится оценка только потенциальных убытков от киберрисков без перевода их воздействия на цели проекта; ограниченное количество сценариев; трудности расчета совокупных рисков; требуются данные достаточной глубины и продолжительности для количественной оценки вероятностей и т. п. [19].

В свою очередь NIST SP 800-30 внес значительный вклад в разработку стандартов безопасности в ИТ сфере, посредством внедрения девяти «шагов», в частности анализа угроз, оценки уязвимостей, выработке рекомендаций по управлению и т.п., и расчета вероятности наступления неблагоприятных событий (высокий, средний, низкий уровень угрозы). Значительную популярность в последние годы приобрела модель NIST Cybersecurity Framework (CSF) версия 2.0, которая смещает акцент с технического контроля к анализу рисков («смягчать, принимать, избегать и переносить негативные риски» и «разделять, усиливать и принимать позитивные риски»), интегрируя функцию управления рисками (определение их приоритетности) в общую систему кибербезопасности [14].

Важным направлением развития практик управления угрозами становится автоматизация процедур мониторинга и анализа уязвимостей с использованием методов машинного обучения, что способствует повышению скорости выявления конфигурационных ошибок, прогнозированию потенциальных атак и формированию более динамичных стратегий защиты. Управление угрозами в современных условиях приобретает непрерывный характер и предполагает постоянный цикл обнаружения, количественной оценки и приоритезации рисков с учетом их возможного экономического воздействия на бизнес-процессы.

Представленные модели количественной оценки киберрисков и инвестиционных стратегий являются практической реализацией более широкого исследовательского поля, получившего название «экономика кибербезопасности». Как отмечается в литературе, данное направление фокусируется на оценке рисков и преимуществ для различных агентов (индивидов, организаций, государств) с точки зрения потенциальных киберугроз, их поведенческих паттернов, стратегий, а также на анализе влияния государственного регулирования и рыночных механизмов на состояние кибербезопасности [18]. В этом контексте рассмотренные ранее модели и подходы к оптимизации капитала представляют собой инструментарий, позволяющий перевести качественные характеристики угроз в количественные показатели, необходимые для обоснования управленческих решений.

Вместе с тем проведенный анализ показывает, что существующие подходы в значительной степени ориентированы на традиционные формы киберугроз и исходят из предпосылки о статичности защищаемых активов, а также предсказуемости поведения злоумышленника, что не соответствует реальности алгоритмов, поведение которых может меняться в процессе эксплуатации. К числу особенностей ИИ относятся самообучаемость и самореферентность, соответственно функционирование подобных систем, несмотря даже на наличие доступа к исходному коду, не становится более транспарентным и не подлежит прогнозированию, что влечет динамический характер угроз, формирующихся в процессе автономного обучения моделей, а также вероятность возникновения цепных макроэкономических эффектов вследствие синхронного поведения множества интеллектуальных систем на финансовых и цифровых рынках.

Соответственно формируется научный пробел, связанный с необходимостью разработки специализированных подходов к количественной оценке и управлению ИИ-киберрисками, способных учитывать одновременно технологические особенности алгоритмических систем и институциональную специфику национальных цифровых режимов, включая китайскую модель регулирования.

Экономические последствия трансформации киберрегулирования КНР

Показательно, что именно в Китае законодатель попытался не просто декларировать, а закрепить управление рисками ИИ. Обновленный Закон о кибербезопасности КНР в ст. 20 [4] впервые вводит алгоритмические системы в предметное поле законодательного акта о цифровой безопасности, указывая на государственную поддержку исследований в данной области и поддержку инновационных подходов к внедрению ИИ для повышения уровня защиты сетевой безопасности.

Существенное влияние на экономические модели риск-менеджмента оказывает пересмотр норм, регулирующих ответственность в сфере кибербезопасности. Обновленная глава VI «Юридическая ответственность (юридические обязанности)» предусматривает увеличение размеров штрафных санкций, расширение оснований для их применения, а также возможность одновременного вынесения предписаний и наложения административных взысканий. Принципиально важным для количественной оценки рисков является введение трехуровневой системы штрафов (ст. 61) за неисполнение обязанностей по защите сетевой безопасности для оператора сети (абз.1) и оператора ключевой информационной инфраструктуры (абз.2), дифференцированной по тяжести последствий киберинцидентов. Кроме того, ст. 63 вводит ответственность за продажу или использование сетевого оборудования и специализированных средств безопасности без обязательной сертификации (штраф до пятикратного размера незаконного дохода). Также ст. 67 устанавливает, что использование оператором непроверенных цифровых продуктов или

услуг влечет штраф в размере от однократной до десятикратной стоимости закупки. Наряду с денежными штрафами предусматриваются административные меры воздействия, включая ограничение деятельности, приостановление функционирования цифровых платформ (сайта или приложения), отзыв соответствующих лицензий, и иные санкции, способные оказывать как финансовое, так и репутационное влияние на участников гражданского оборота.

Особое значение для международного бизнеса приобретает расширение принципа экстерриториальности (ст. 77), допускающее привлечение к ответственности иностранных компаний в случаях, когда их деятельность, даже осуществляемая за пределами Китая, способна оказать влияние на уровень кибербезопасности страны. В случае выявления существенных нарушений возможны меры вплоть до заморозки имущества организации. Подобная практика усиливает транснациональный характер киберрисков и повышает уровень неопределенности для международных компаний и инвесторов.

Одновременно законодательство формирует стимулы для проактивного управления рисками. Возможность смягчения ответственности (ст. 73) при добровольном устранении нарушений и содействии расследованию создает предпосылки для развития практик комплаенса, повышения прозрачности и оперативного реагирования на киберинциденты, что имеет принципиальное значение для экономических моделей оценки эффективности инвестиций в безопасность, поскольку позволяет учитывать не только вероятность реализации угрозы и масштаб ущерба, но и потенциальные сценарии снижения размера ответственности.

Так, увеличение размеров штрафов, усиление надзорных механизмов и расширение сферы применения закона объективно усиливают роль регуляторного фактора в системе управления ИИ-рисками. В этих условиях возникает необходимость интегрировать этот параметр в существующие методологии количественной оценки угроз (в частности FAIR и CYREM-ORM), а также в инвестиционные модели распределения капитала. Соответственно, развитие китайского регулирования свидетельствует о переходе к более комплексной модели управления ИИ-рисками, в рамках которой рыночные инструменты управления «неопределенностью» сочетаются с административными механизмами воздействия, что формирует особую среду, требующую адаптации универсальных экономических моделей риск-менеджмента к специфике национального цифрового режима.

Коэффициент регуляторной чувствительности как инструмент адаптации моделей риска

Одним из возможных инструментов такой адаптации на наш взгляд выступает коэффициент регуляторной чувствительности. Он отражает степень зависимости финансовых последствий киберинцидентов от особенностей правового режима и структуры цифровых рынков. В современных работах регулярно подчеркивается необходимость адаптации методов оценки к специфике организации, ее масштабам, сфере деятельности, квалификации сотрудников, а также к требованиям национального законодательства [23, 24].

Коэффициент регуляторной чувствительности может быть представлен как функция трех групп переменных. Во-первых, должна учитываться отраслевая специфика, поскольку компании, относящиеся к секторам с повышенным регуляторным вниманием (к примеру, критическая информационная инфраструктура, кредитные и иные финансовые организации или операторы персональных данных), сталкиваются с более высоким уровнем потенциальной ответственности, соответственно, значение коэффициента для них будет максимальным. Во-вторых, существенное значение имеет масштаб бизнеса, так как размер возможных взысканий напрямую связан с объемом выручки (ст. 61). В-третьих, необходимо учитывать характер обрабатываемых данных: их чувствительность (биометрия, личные переписки, геолокация, социальный кредитный рейтинг) и связанные с ними требования по мониторингу и этическому контролю.

Учет предложенной компоненты расширяет область применения существующих моделей количественной оценки риска, включая FAIR и CYREM-ORM, за счет включения в анализ дополнительных факторов неопределенности, связанных с особенностями правоприменительной практики и динамикой регуляторных изменений. Соответственно меняется и интерпретация классических подходов к определению оптимального уровня инвестиций в информационную безопасность: в условиях усиления регуляторного давления экономически обоснованными могут становиться более значительные вложения в защитные меры по сравнению с параметрами, предполагаемыми традиционными моделями.

Практически в инвестиционных стратегиях управления киберрисками показатель регуляторной чувствительности может выступать ориентиром для перераспределения ресурсов между инструментами снижения вероятности инцидентов, формированием финансовых резервов и механизмами трансфера риска. Тем самым институциональная среда начинает функционировать как самостоятельный фактор, формирующий структуру спроса на технологии безопасности и оказывающий влияние на экономическую динамику цифровых рынков.

Выводы

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что управление киберрисками в эпоху ИИ перестает быть исключительно технической или корпоративной задачей, трансформируясь в область стратегического регуляторного инжиниринга. Обновленный китайский Закон о кибербезопасности выступает в этом процессе не просто инструментом ужесточения контроля, а качественно новым механизмом, который переосмысляет экономику риска: штрафы, зависящие от выручки (ст. 61) и принцип «использовать ИИ для защиты от ИИ» (ст. 20) создают нормативную основу, где регуляторный риск приобретает конкретную денежную оценку, сопоставимую с рыночной капитализацией.

Для адаптации существующих моделей количественной оценки риска и инвестиционных стратегий к китайской институциональной среде в работе предложена концепция коэффициента регуляторной чувствительности, отражающего зависимость финансовых последствий инцидентов от отраслевой специфики, масштаба бизнеса и характера обрабатываемых данных. Включение данного элемента в анализ позволяет пересмотреть классические представления об оптимальном уровне инвестиций в кибербезопасность: в условиях усиления регуляторного давления экономически обоснованными могут становиться более значительные вложения в защитные меры, чем предполагает модель Гордона-Лоеба, а баланс между резервированием, страхованием и превентивными инвестициями (Университет Цинхуа) должен учитывать потенциальные штрафы.

Научная новизна исследования заключается в обосновании концепции регуляторной чувствительности как аналитического параметра, позволяющего адаптировать универсальные модели оценки киберрисков к особенностям национальных цифровых режимов. В отличие от существующих подходов, рассматривающих регуляторную среду как внешнее ограничение, предложенная концепция трактует ее как эндогенный фактор, формирующий структуру спроса на технологии безопасности и трансформирующий рациональную структуру инвестиций.

Практическая значимость полученных результатов связана с возможностью применения коэффициента регуляторной чувствительности при формировании корпоративных стратегий управления цифровыми угрозами, разработке инвестиционных моделей распределения капитала и совершенствовании инструментов количественной оценки риска в юрисдикциях с высоким уровнем регуляторного воздействия.

Перспективными направлениями дальнейших исследований представляются: эмпирическая верификация предложенного коэффициента на основе анализа правоприменительной практики в Китае; формализация алгоритмов интеграции институциональных факторов в модели FAIR и CYREM-ORM; сравнительный анализ эффективности различных национальных стратегий управления ИИ-рисками (Китай, ЕС, США).

В целом китайский опыт управления ИИ-рисками демонстрирует, что регулирование может выступать не только ограничителем, но и драйвером инновационного развития, формируя новые стимулы для внедрения технологий защиты и преобразуя логику взаимодействия государства и бизнеса в цифровой среде. Это открывает перспективное направление для разработки институционально-ориентированных моделей риск-менеджмента, способных учитывать возрастающую роль ИИ в глобальной экономике и отвечать на вызовы, которые не могут быть решены исключительно техническими средствами.

Литература

1. 13D Research. Will the “black boxes” cause the next financial crisis? https://latest.13d.com/will-the-black-boxes-cause-the-next-financial-crisis-algorithmic-revolution-asset-management-d8827c29b537

2. About QBER: The Future of Cyber Risk Quantification https://qber.org/about/

3. Chioma Ngozi Nwafor, Obumneme Nwafor, Sanjukta Brahma, Madhusudan Acharyya. A hybrid FAIR and XGBoost framework for cyber-risk intelligence and expected loss prediction. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417425035353

4. Cybersecurity Law of the People's Republic of China (2026 revised version)// By China Law Translate on 2025/11/17. (Adopted at the 24th Session of the Standing Committee of the 12th National People's Congress on November 7, 2016 and revised in accordance with the "Decision of the Standing Committee of the National People's Congress on Amending the

Cybersecurity Law of the People's Republic of China" at the 18th Session of the Standing Committee of the 14th National People's Congress on October 28, 2025) https://www.chinalawtranslate.com/en/22075-2/

5. Dilara Cansın Keçialan. Модель здравоохранения Китая на основе искусственного интеллекта: “Agent Hospital”, 2025. https://www.ankasam.org/anka-analizler/модель-здравоохранения-китая-на-осно/?lang=ru

6. Feng, R., Chong, W. F., Hu, Z., & Zhang, L. (2026). Cyber Risk Assessment for Capital Management. Journal of Risk and Insurance. https://www.sem.tsinghua.edu.cn/fin/info/1005/1929.htm

7. Giorgia Callegaro, Claudio Fontana, Caroline Hillairet, Beatrice Ongarato. A stochastic Gordon-Loeb model for optimal cybersecurity investment under clustered attacks. https://export.arxiv.org/abs/2505.01221

8. He, Y., Xin, T., & Luo, C. (2025). Enhancing Cybersecurity Investment with FAIR-ROSI: A Responsible Cybersecurity Approach to Digital Society. Information Systems Frontiers. https://doi.org/10.1007/s10796-025-10625-y

9. Kenton Will. Monte Carlo Simulation: What It Is, How It Works, History, 4 Key Steps, November 29, 2025 https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp

10. Kuenzler F. (2023). Real Cyber Value at Risk: An Approach to Estimate Economic Impacts of Cyberattacks on Businesses. (Master’s thesis, University of Zurich) https://doi.org/10.5167/uzh-255756

11. Michael Cunningham. When LLMs autonomously attack. https://engineering.cmu.edu/news-events/news/2025/07/24-when-llms-autonomously-attack.html

12. Muriel Figueredo Franco, Aiatur Rahaman Mullick, Santosh Jha. QBER: Quantifying Cyber Risks for Strategic Decisions https://arxiv.org/abs/2405.03513

13. Muriel Figueredo Franco, Fabian Künzler, Jan von der Assen, Chao Feng, Burkhard Stiller. RCVaR: an Economic Approach to Estimate Cyberattacks Costs using Data from Industry Reports https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2307.11140

14. National Institute of Standards and Technology. NIST Cybersecurity Framework 2.0: Enterprise Risk Management Quick-Start Guide: Special Publication 1303 / S. Quinn, V. Pillitteri, M. Barrett [et al.]. – Gaithersburg, MD: NIST, 2024. https://www.nist.gov/publications/nist-cybersecurity-framework-20-enterprise-risk-management-quick-start-guide

15. Stu Sjouwerman. AI's Role in the Next Financial Crisis: A Warning from SEC Chair Gary Gensler Stu Sjouwerman. Aug 14, 2023 https://blog.knowbe4.com/ais-role-in-the-next-financial-crisis-a-warning-from-sec-chair-gary-gensler

16. Wade Slome. Investing In A World Of Black Swans https://www.investing.com/analysis/investing-in-a-world-of-black-swans-123766

17. Xin, Tong and He, Ying and Zamani, Efpraxia and Evans, Mark and Luo, Cunjin (2026). A Cyber Risk Economics Model for Organization-Wide Risk Management (CYREM-ORM). Computers and Security, 165. https://repository.essex.ac.uk/42859/

18. Буди Гунаван, Барито Мульо Ратмоно, Аде Гафар Абдулла. Стратегическое управление кибербезопасностью // Форсайт. 2023. №3. С.88-97. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/strategicheskoe-upravlenie-kiberbezopasnostyu (дата обращения: 24.03.2026).

19. Гришунин С. В., Пищалкина И. Ю., Сулоева С. Б. Оценка киберрисков в проектах интернета вещей // π-Economy. 2021. № 6. С. 102-116. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kiberriskov-v-proektah-interneta-veschey (дата обращения: 24.03.2026).

20. Криштаносов В. Б., Бровко Н.А. Концептуально-аналитические подходы к возникновению потенциальных угроз в цифровой экономике. // AlterEconomics. 2023. № 1. С. 216-245. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualno-analiticheskie-podhody-k-vozniknoveniyu-potentsialnyh-ugroz-v-tsifrovoy-ekonomike (дата обращения: 103.2026).

21. Минаков А. В. Оценка модели рисков информационной безопасности: характеристика, проблемы и перспективы // Экономика и бизнес: теория и практика. 2023. № 10-2 (104). С.63-69. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-modeli-riskov-informatsionnoy-bezopasnosti-harakteristika-problemy-i-perspektivy (дата обращения: 24.03.2026).

22. Миркасимова, Т., Адилжанова, С., Астаубаева, Г., & Мухамеджанова, Г. Методы анализа и оценки рисков информационной безопасности // Вестник КазАТК. 2025. № 138(3). С. 203–216 https://vestnik.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/2675

23. Мордовец В. А., Графов А.А., Варламов Г.В. Управление рисками информационной безопасности // Экономика и управление. 2025. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-informatsionnoy-bezopasnosti (дата обращения: 24.03.2026).

24. Одаховская Д.А., Пятков С. В., Черных М.А. Информационные риски: анализ и расчеты // Прикладные экономические исследования. 2024. № 2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnye-riski-analiz-i-raschety (дата обращения: 24.03.2026).

AI as an Asset and a Source of Systemic Risk: An Economic and Regulatory Analysis Based on the Case of China

Sarkisyan V.V., Chaika E.M.
Southern Federal University, Moscow State Institute of International Relations (University) (MGIMO University)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article addresses the problem of artificial intelligence risk management in the context of the digital transformation of the economy. It substantiates the dual nature of AI systems: they serve as strategic intangible assets while simultaneously generating new classes of cyber threats. Using the example of China, characterized by a high concentration of digital markets and an active regulatory policy, it is shown that existing economic-mathematical models (Gordon-Loeb, FAIR, QBER, RCVaR, CYREM-ORM) and risk management methodologies (OCTAVE, NIST) do not fully account for institutional specificity, including the new requirements of the 2026 Cybersecurity Law of the People’s Republic of China. The paper proposes the concept of a regulatory sensitivity coefficient that reflects the dependence of the financial consequences of cyber incidents on industry affiliation, business scale, and the nature of the data processed. This coefficient makes it possible to adapt universal quantitative risk assessment models to the specific features of national digital regimes and to treat the institutional environment not as an external constraint, but as an endogenous factor shaping the structure of cybersecurity investment.

Keywords: artificial intelligence, cyber risks, risk management, regulatory sensitivity, investment strategies, FAIR, CYREM-ORM, Tsinghua University.

References

1. 13D Research. Will the “black boxes” cause the next financial crisis? https://latest.13d.com/will-the-black-boxes-cause-the-next-financial-crisis-algorithmic-revolution-asset-management-d8827c29b537
2. About QBER: The Future of Cyber Risk Quantification https://qber.org/about/
3. Chioma Ngozi Nwafor, Obumneme Nwafor, Sanjukta Brahma, Madhusudan Acharyya. A hybrid FAIR and XGBoost framework for cyber-risk intelligence and expected loss prediction. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417425035353
4. Cybersecurity Law of the People's Republic of China (2026 revised version) // By China Law Translate on 2025/11/17. (Adopted at the 24th Session of the Standing Committee of the 12th National People's Congress on November 7, 2016 and revised in accordance with the "Decision of the Standing Committee of the National People's Congress on Amending the Cybersecurity Law of the People's Republic of China" at the 18th Session of the Standing Committee of the 14th National People's Congress on October 28, 2025) https://www.chinalawtranslate.com/en/22075-2/
5. Dilara Cansın Keçialan. China's AI-Based Healthcare Model: “Agent Hospital,” 2025. https://www.ankasam.org/anka-analizler/model-zdoroveniya-kitaya-na-osno/?lang=ru
6. Feng, R., Chong, W. F., Hu, Z., & Zhang, L. (2026). Cyber Risk Assessment for Capital Management. Journal of Risk and Insurance. https://www.sem.tsinghua.edu.cn/fin/info/1005/1929.htm
7. Giorgia Callegaro, Claudio Fontana, Caroline Hillairet, Beatrice Ongarato. A stochastic Gordon-Loeb model for optimal cybersecurity investment under clustered attacks. https://export.arxiv.org/abs/2505.01221
8. He, Y., Xin, T., & Luo, C. (2025). Enhancing Cybersecurity Investment with FAIR-ROSI: A Responsible Cybersecurity Approach to Digital Society. Information Systems Frontiers. https://doi.org/10.1007/s10796-025-10625-y
9. Kenton Will. Monte Carlo Simulation: What It Is, How It Works, History, 4 Key Steps, November 29, 2025 https://www.investopedia.com/terms/m/montecarlosimulation.asp
10. Kuenzler F. (2023). Real Cyber Value at Risk: An Approach to Estimate Economic Impacts of Cyberattacks on Businesses. (Master’s thesis, University of Zurich) https://doi.org/10.5167/uzh-255756
11. Michael Cunningham. When LLMs autonomously attack. https://engineering.cmu.edu/news-events/news/2025/07/24-when-llms-autonomously-attack.html
12. Muriel Figueredo Franco, Aiatur Rahaman Mullick, Santosh Jha. QBER: Quantifying Cyber Risks for Strategic Decisions https://arxiv.org/abs/2405.03513
13. Muriel Figueredo Franco, Fabian Künzler, Jan von der Assen, Chao Feng, Burkhard Stiller. RCVaR: an Economic Approach to Estimate Cyberattacks Costs using Data from Industry Reports https://ar5iv.labs.arxiv.org/html/2307.11140
14. National Institute of Standards and Technology. NIST Cybersecurity Framework 2.0: Enterprise Risk Management Quick-Start Guide: Special Publication 1303 / S. Quinn, V. Pillitteri, M. Barrett [et al.]. – Gaithersburg, MD: NIST, 2024. https://www.nist.gov/publications/nist-cybersecurity-framework-20-enterprise-risk-management-quick-start-guide
15. Stu Sjouwerman. AI's Role in the Next Financial Crisis: A Warning from SEC Chair Gary Gensler Stu Sjouwerman. Aug 14, 2023 https://blog.knowbe4.com/ais-role-in-the-next-financial-crisis-a-warning-from-sec-chair-gary-gensler
16. Wade Slome. Investing In A World Of Black Swans https://www.investing.com/analysis/investing-in-a-world-of-black-swans-123766
17. Xin, Tong and He, Ying and Zamani, Efpraxia and Evans, Mark and Luo, Cunjin (2026). A Cyber Risk Economics Model for Organization-Wide Risk Management (CYREM-ORM). Computers and Security, 165. https://repository.essex.ac.uk/42859/
18. Budi Gunawan, Barito Mulyo Ratmono, Ade Gafar Abdullah. Strategic Cybersecurity Management // Foresight. 2023. No. 3. pp. 88-97. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/strategicheskoe-upravlenie-kiberbezopasnostyu (accessed: 24.03.2026).

Оценка эффективности интеграционного сотрудничества в рамках ЕАЭС в условиях санкционного давления (2022-2025)

Тао Пэйжань
магистр, Институт русского языка, Даляньский университет иностранных языков

На основе статистического и сравнительного анализа в статье представлена комплексная академическая оценка эффективности кооперации в рамках государств — членов Евразийского экономического союза в условиях санкционного давления после 2022 года. Исследование показало, что Союз реально выполняет функцию антикризисного буфера: на фоне снижения внешних экономических показателей наблюдается относительно устойчивый рост взаимной товарной торговли, инвестиции постепенно переориентируются в несырьевые сектора, рынок труда сохраняет стабильность, а доля расчётов в национальных валютах во взаимных платежах достигла существенного уровня. Вместе с тем выявлены и существующие ограничения, к числу которых относятся асимметричность движения капитала, сохраняющиеся нетарифные барьеры, а также незавершённость формирования финансового рынка. На этом основании делается вывод о том, что ЕАЭС в настоящее время находится в состоянии адаптационной стабильности; переход к углублённой интеграции требует реализации согласованных институциональных реформ и определения вектора развития, ориентированного на достижение технологического суверенитета.

Ключевые слова: Евразийский экономический союз; санкционное давление; экономическая интеграция; адаптационная устойчивость, взаимная товарная торговля; дедолларизация; наднациональное регулирование.

Оценка фактической эффективности интеграционного сотрудничества в рамках Евразийского экономического союза приобретает критически важное значение на фоне санкционного давления, оказываемого коллективным Западом с целью изоляции экономик России и стран-партнёров. После начала украинского конфликта в 2022 году санкционный режим в отношении России был резко ужесточён: ограничения распространились на финансовую, энергетическую, технологическую, логистическую и другие ключевые сферы. В связи с этим способность ЕАЭС обеспечивать экономическую безопасность государств-членов и нивелировать внешние шоки, а также его антикризисная роль всё чаще оказываются в фокусе академического внимания. Хронологические рамки настоящего исследования охватывают период 2022–2025 гг., что позволяет системно проследить динамику функционирования интеграционных механизмов Союза в экстремальных внешних условиях. Для достижения поставленной цели в работе применяются методы статистического и сравнительного анализа. Объектом исследования выступает целостное взаимодействие государств-членов Союза; предметом – количественные и качественные параметры эффективности сотрудничества в условиях санкций. В статье предпринимается попытка провести всестороннюю оценку эффективности интеграции с разных точек зрения и на этой основе определить пути и пределы реализации потенциала ЕАЭС в условиях санкционного давления.

В российской научной литературе после 2022 года центр исследований ЕАЭС постепенно сместился в сторону анализа реальной работы Союза как механизма противодействия давлению. Существующие работы выявили буферную роль ЕАЭС в смягчении внешних шоков, однако указали также на сохраняющиеся узкие места, связанные с интеграцией цепочек добавленной стоимости, устранением нетарифных барьеров и финансовой автономией. В целом имеющиеся публикации носят преимущественно характер кейс-стади по отдельным направлениям и мало предлагают комплексных рамок для оценки санкционной устойчивости Союза. Настоящее исследование, опираясь на обобщение накопленного научного задела, делает акцент на анализе результатов в таких областях, как товарная торговля, инвестиции, рабочая сила, услуги и финансы, и стремится построить более целостную аналитическую систему. Тем самым работа открывает новые перспективы для понимания адаптационных механизмов региональных интеграционных объединений в условиях санкционного давления.

1. Эффективность интеграции товарной торговли

В условиях усиливающегося санкционного давления особую актуальность приобретает оценка эффективности интеграции товарной торговли в рамках Евразийского экономического союза. Проведение соответствующего анализа позволяет объективно оценить способность Союза противостоять внешним негативным воздействиям. Опираясь на статистические данные за 2021–2025 годы, можно провести углублённый анализ динамики основных макроэкономических показателей, а также роли взаимной торговли как стабилизирующего фактора.

Рис. 1. Динамика объемов взаимной и внешней торговли товарами и ВВП (%)
Источник: составлено автором на основе Статистики Евразийского экономического союза: Статистический сборник / Евразийская экономическая комиссия. М., 2026. С. 16-17.

С точки зрения структуры товарной торговли, за исключением 2021 года, в период 2022–2024 гг. темпы роста взаимной торговли товарами стабильно превышали темпы роста внешней торговли товарами: в 2022

году прирост взаимной торговли составил 15,9% против 8,5% по внешней торговле; в 2023 году – 6,7% и –13,9% соответственно; в 2024 году – 9,1% и 0,8%. Даже в 2025 году, когда оба показателя продемонстрировали незначительное отрицательное значение (снижение взаимной торговли на 3,5%, внешней – на 2,7%), падение внутреннего товарооборота не выбивалось из внешнетрендовой траектории и не оказало негативного влияния на рост ВВП – совокупный ВВП Союза за тот же период вырос на 1,7%. В целом за 2021–2025 гг. ВВП демонстрировал положительную динамику во все годы, за исключением кратковременного спада в 2022 году (–0,9%): рост на 5,6% в 2021 году, 4,3% в 2023 году, 5,0% в 2024 году и 1,7% в 2025 году. Приведённые данные свидетельствуют о том, что в условиях ограниченного доступа на внешние рынки из-за санкций взаимная товарная торговля внутри Союза частично заместила внешний спрос, став важным каналом стабилизации регионального производства и спроса, что в итоге поддержало общий экономический рост.

Таким образом, можно утверждать, что в оценочный период меры по интеграции товарной торговли в рамках ЕАЭС достигли положительных результатов в смягчении последствий санкционного давления и поддержании макроэкономической стабильности государств-членов.

Рис. 2. Доля взаимной торговли во внешней торговле ЕАЭС (%)
Источники: Статистика Евразийского экономического союза: Статистический сборник / Евразийская экономическая комиссия. М., 2026. С. 16.

Представленные на второй диаграмме изменения в структуре товаропотоков Евразийского экономического союза дополнительно подтверждают углубление интеграционных процессов. Доля экспорта взаимной торговли в совокупном экспорте Союза демонстрирует устойчивую тенденцию к росту: с 12,2% в 2021 году до 17,3% в 2025 году. Это означает, что почти пятая часть экспортного потенциала государств-членов (к 2025 году данный показатель приблизился к 17,5%) реализуется внутри объединения, что позволяет снизить зависимость от внешних, зачастую недружественных, рынков. Ещё более показательной является динамика доли взаимной торговли в общем внешнеторговом обороте ЕАЭС: за анализируемый период этот показатель увеличился с 14,6% до 20,0%. Преодоление 20-процентного порога знаменует собой качественное изменение — формируются замкнутые производственные циклы, возрастает уровень доверия между деловыми кругами стран-участниц.

Таким образом, комплексный анализ торгово-экономической сферы позволяет сделать следующий вывод: в условиях санкционного давления интеграционное сотрудничество внутри Евразийского экономического союза демонстрирует высокую эффективность. На фоне нестабильной внешнеторговой конъюнктуры и замедления глобального экономического роста взаимная торговля товарами в рамках Союза отличается относительной стабильностью. Это подтверждает успешность стратегии, направленной на углубление региональной экономической интеграции, повышение степени взаимозависимости национальных хозяйств и формирование коллективного иммунитета к внешним ограничениям. Незначительная коррекция показателей взаимной товарной торговли в 2025 году, несмотря на её наличие, отражает скорее структурную перестройку в процессе адаптации к новой норме, нежели ослабление интеграционной динамики. Имеющиеся параметры товарной торговли объективно свидетельствуют о том, что интеграционный потенциал ЕАЭС продолжает последовательно реализовываться и выступает ключевым фактором обеспечения макроэкономической устойчивости государств-членов.

2. Эффективность инвестиционной интеграции

Распределение инвестиционных потоков и отраслевая структура капиталовложений относятся к числу ключевых индикаторов глубины интеграционного взаимодействия в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). В условиях санкционного давления и серьёзного ограничения доступа на западные финансовые рынки закономерно возрастает роль внутрирегиональных инвестиционных связей, которые становятся фактором обеспечения экономической безопасности государств-членов.

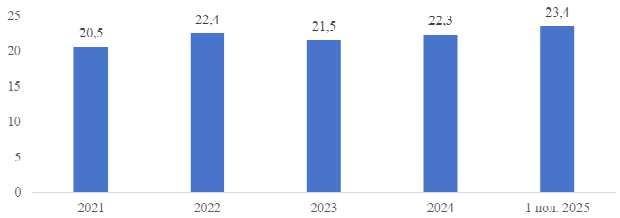


Рис. 3. Объем взаимных накопленных ПИИ стран ЕАЭС со 2021 г. по первое полугодие 2025 г., млрд долл.
Источники: Инвестиционное сотрудничество в Евразийском регионе на основе Мониторинга взаимных инвестиций ЕАБР. Доклад 25/14. Алматы: Евразийский банк развития.

Анализ динамики взаимных прямых инвестиций свидетельствует об устойчивости инвестиционного сотрудничества в рассматриваемый период. Согласно данным мониторинга взаимных инвестиций Евразийского банка развития (Рис.3), по состоянию на первое полугодие 2025 года совокупный объём накопленных взаимных прямых инвестиций стран ЕАЭС достиг 23,4 млрд долл. США, что является максимальным показателем за всю историю Союза. Несмотря на временное снижение в 2023 году, данный индикатор восстановился в 2024 году и продолжил рост в 2025-м, что свидетельствует об успешной адаптации инвестиционного сотрудничества к внешним шокам.

Распределение взаимных инвестиций выявляет сохранение устойчивых позиций основных стран-участниц наряду с высокой степенью асимметрии. Согласно данным доклада «Инвестиционное сотрудничество в Евразийском регионе на основе Мониторинга взаимных инвестиций ЕАБР», Россия остаётся безусловным лидером по вывозу капитала в рамках Союза: на первую половину 2025 года её доля составила 84,6% (19,8 млрд долл.), увеличившись с 2022 года на 9,9%, при этом на территории государств-членов реализуется 152 инвестиционных проекта. Казахстан занимает второе место по объёму экспортируемых инвестиций (8,2%, или 1,9 млрд долл.), показав рост на 10,3% в первом полугодии 2025 года по сравнению с 2024 годом; при этом он выступает крупнейшим реципиентом капитала, аккумулируя 39% совокупного объёма взаимных инвестиций Союза (9,1 млрд долл.). Объём инвестиций из Армении в 2023 году вырос в 22 раза, главным образом за счёт приобретения торгового центра «Метрополис» в Москве. На долю Армении, Беларуси и Кыргызстана в совокупности приходится 7,2% экспорта инвестиций, тогда как в импорте их доля достигает 48%, что подчёркивает их позиционирование в качестве реципиентов капитала.

В отраслевой структуре более половины объёма инвестиций приходится на сырьевой сектор, финансовые услуги и обрабатывающую промышленность. С 2022 года инвестиции в сырьевой сектор сократились на 42%, тогда как значительный рост отмечен в агропромышленном комплексе (увеличение вдвое), обрабатывающей промышленности (+78%) и торговле (+69%). При этом именно в обрабатывающей промышленности и торговле сосредоточено наибольшее количество активных проектов (55 и 33 соответственно). Подобная структурная перестройка отражает ускоренный переток инвестиций под воздействием санкционного давления – из традиционного сырьевого сектора в отрасли с более высокой добавленной стоимостью и более сильным мультипликативным эффектом для экономики.

Проведённый анализ показывает, что санкционное давление объективно выступает внешним драйвером трансформации инвестиционной структуры в ЕАЭС. С одной стороны, восстановление совокупного объёма взаимных инвестиций до рекордного уровня и их оптимизация в пользу несырьевых секторов (обрабатывающая промышленность, АПК) свидетельствуют о том, что внутрирегиональный капитал активно ищет новые ниши для сотрудничества и новые позиции в цепочках создания стоимости. С другой стороны, ярко выраженная асимметрия инвестиционных потоков указывает на то, что интеграция в Союзе находится скорее на стадии «адаптации к давлению», нежели «глубокой интеграции». Без устранения односторонней зависимости в инвестиционной сфере, сокращения нетарифных барьеров и выработки согласованных механизмов защиты капитала существующие достижения могут столкнуться с риском снижения предельной отдачи. Дальнейшее углубление инвестиционного сотрудничества требует перехода к «стратегической синергии» – формированию более плотной институциональной системы в таких областях, как технологический суверенитет, финансовая автономия и устойчивость производственных цепочек.

3. Эффективность интеграции рынка труда

Для оценки реального интеграционного эффекта в сфере рынка труда необходимо рассмотреть два базовых показателя – численность рабочей силы и уровень безработицы (рассчитанный по методологии Международной организации труда), которые в совокупности характеризуют ёмкость рынка труда Союза и степень использования его трудового потенциала.

Таблица 1
Численность рабочей силы (тысяч человек)

	2020	2021	2022	2023	2024
ЕАЭС	**93620.7**	**94250.4**	**94124.0**	**94662.7**	**94946.7**
Армения	1286.7	1296.3	1322.3	1351.5	1368.7
Беларусь	5091.6	5047.5	5026.8	4972.0	4948.6
Казахстан	9180.8	9256.8	9429.8	9534.1	9664.0
Кыргызстан	2595.4	2680.5	2712.7	2768.4	2860.7
Россия	75466.2	75969.3	75632.4	76036.7	76104.7

Источники: Статистический ежегодник Евразийского экономического союза; Евразийская экономическая комиссия. Москва: 2025. С. 46.

Таблица 2
Уровень безработицы (в соответствии с критериями МОТ; в процентах)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ЕАЭС	**5.8**	**4.9**	**4.2**	**3.5**	**3.0**	**2.8**
Армения	18.2	15.4	13.4	12.4	13.3	12.9 (I кв.)
Беларусь	4.0	3.9	3.6	3.5	3.0	2.8
Казахстан	4.9	4.9	4.9	4.7	4.7	4.6
Кыргызстан	5.8	5.3	4.9	4.1	3.7	3.4
Россия	5.8	4.8	4.0	3.2	2.5	2.3

Источник: составлено автором на основе:
[i] Статистический ежегодник Евразийского экономического союза / Евразийская экономическая комиссия. Москва, 2025. С. 51.
[ii] Об экспорте и импорте услуг в государствах – членах ЕАЭС, 30 января 2026 г. // еэк Экспресс-информация. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_stat/fin_stat/express_information/services/Экспресс-информация_Услуги3Q (дата обращения: 2026.04.07).

После эскалации украинского конфликта в 2022 году, несмотря на резкое ухудшение внешних условий, рынок труда Евразийского экономического союза (ЕАЭС) не продемонстрировал ожидаемого спада, а напротив, сохранил позитивную тенденцию, причём многие показатели неуклонно улучшались на протяжении трёх лет после начала конфликта.

Ещё более показательным является изменение уровня безработицы. Общий уровень безработицы в ЕАЭС в 2021 году (до конфликта) составлял 4,9%, в 2022 году снизился до 4,2%, в 2023 году — до 3,5%, в 2024 году — до 3,0%, а в 2025 году достиг исторического минимума в 2,8%. Таким образом, конфликт не только не прервал нисходящий тренд, но и сопровождался ускоренным снижением безработицы. По отдельным государствам: в России, которая подверглась наиболее жёстким санкциям, уровень безработицы снизился с 4,8% в 2021 году до 4,0% в 2022 году, а затем последовательно падал до 2,3% в 2025 году, продемонстрировав сверхожидаемую стабильность. В Кыргызстане уровень безработицы снизился с 5,3% в 2021 году до 3,4% в 2025 году — весьма заметное сокращение. В Беларуси показатель устойчиво снижался с 3,9% до 2,8%. В Казахстане уровень безработицы долгое время оставался в узком диапазоне 4,7–4,9%, а в 2025 году составил 4,6%, характеризуюсь крайне незначительными колебаниями. В Армении уровень безработицы снизился с 15,4% в 2021 году до 12,4% в 2023 году (самый низкий показатель после начала конфликта), затем в 2024 году незначительно повысился до 13,3%, а в первом квартале 2025 года вновь снизился до 12,9%. Рост в 2024 году, вероятно, связан со структурной перестройкой экономики и притоком мигрантов, однако в целом показатель остаётся значительно ниже доконфликтного уровня.

4. Эффективность интеграции финансов

В финансовом секторе Евразийского экономического союза происходят наиболее динамичные интеграционные изменения, которые выступают одновременно как инструмент адаптации к внешнему давлению, так и индикатор степени этой адаптации. Наиболее значимой тенденцией является ускорение процессов дедолларизации платёжной системы.

Данные о структуре платёжных валют за 2021–2024 гг. наглядно подтверждают обозначенную тенденцию: доля российского рубля устойчиво возросла с 71,5% до 88,1%, тогда как удельный вес доллара США и евро сократился соответственно с 19,5% до 6,1% и с 6,7% до 1,5%. К 2024 году совокупная доля доллара и евро составила лишь 7,6%, что означает сокращение почти в три раза по сравнению с 26,2% в 2021 году. В тот же период доля казахстанского тенге стабилизировалась в диапазоне 2–3%, а белорусский рубль, армянский драм и киргизский сом, хотя каждый из них не превышал 1%, уже начали использоваться в незначительных объёмах. Особого внимания заслуживает тот факт, что в 2024 году китайский юань впервые был выделен отдельной позицией, составив 1,5%, что свидетельствует об активном внедрении странами-членами союза альтернативных валют в процессе «дедолларизации» и «деевроизации». В целом, по итогам 2024 года суммарная доля расчётов в национальных валютах государств-участников и китайском юане превысила 92,7%.

Таблица 3
Взаимные платежи государств – членов ЕАЭС (%)

	2021	2022	2023	2024
в армянских драмах	0	0	0.1	0.1
в белорусских рублях	0.2	0.9	0.3	0.5
в тенге	1.4	2	2.7	2.4
в сомах	0	0	0.1	0.1
в российских рублях	71.5	77.2	81.3	88.1
в долларах США	19.5	14.1	10.6	6.1
в евро	6.7	4.8	2.8	1.0
в юанях	...	...	...	1.5
в других валютах	0.6	0.9	2.1	0.1

Источники: О платежах за экспорт и импорт товаров и услуг в 2024 году, 23 мая 2025г. // еэк Экспресс-информация. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/561/ysk9lqrsxs5yui9j30ihyrnrgf27hit3/Ekspress_informatsiya-Payments_2024.pdf (Дата обращения: 2026.04.07).

В 2025 году в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС) было подписано соглашение о кросс-листинге ценных бумаг. Документ предусматривает возможность взаимного допуска к размещению и обращению ценных бумаг эмитентов из государств-членов ЕАЭС, а также создаёт упрощённый механизм доступа ценных бумаг на финансовые рынки союза. Данное соглашение направлено на обеспечение свободы эмиссии и обращения ценных бумаг, повышение ликвидности рынка, углубление инвестиционного сотрудничества и защиту прав инвесторов. В декабре того же года Президент России В.В. Путин определил формирование единого финансового рынка в качестве ключевого направления интеграционной повестки ЕАЭС, что призвано облегчить доступ к услугам на рынках ценных бумаг, кредитования, банковского и страхового секторов, а также способствовать гармонизации законодательного регулирования в сфере страхования и оборота криптовалют.

Заключение

Проведённое исследование показывает, что в условиях экстремального внешнего давления Евразийский экономический союз состоялся как эффективный антикризисный контур, обеспечивающий макроэкономическую стабильность его участников. В торговли товарами сфере взаимные поставки стали системным компенсатором утраченных внешних каналов, что отражает возросшую степень доверия между хозяйствующими субъектами стран-членов. В инвестиционной области на фоне адаптации к шокам произошла качественная переориентация капитала из сырьевых в обрабатывающие и агропромышленные сегменты, свидетельствующая о начале структурной трансформации кооперационной модели. Рынок труда Союза, вопреки ожиданиям, не только сохранил устойчивость, но и достиг рекордных показателей занятости, чему способствовало поступательное развитие правовых механизмов пенсионного и налогового характера. Финансовая интеграция вышла на принципиально новый уровень: дедолларизация взаимных расчётов стала свершившимся фактом, открыв путь к формированию платёжной архитектуры, независимой от западной инфраструктуры. Вместе с тем сохраняются системные дисбалансы — выраженная асимметрия в потоках капитала, сохраняющиеся нетарифные барьеры и фрагментарность регулирования рынка услуг. Это позволяет говорить о том, что нынешний этап интеграции правильнее характеризовать как режим адаптационной устойчивости, а не полноценного зрелого объединения. Перспективы углубления сотрудничества связаны с переходом от тактики «замещения потерь» к стратегии технологического суверенитета и гармонизации социально-трудовых стандартов. Таким образом, ЕАЭС доказал свою востребованность в турбулентном мире, однако для реализации неиспользованного потенциала требуются согласованные институциональные реформы и политическая воля к передаче части полномочий на наднациональный уровень.

Литература

1. Винокуров, Е. (ред.), Забоев, А., Кузнецов, А., Малахов, А., Омаров, А., Серик, Е. (2025) Инвестиционное сотрудничество в Евразийском регионе на основе Мониторинга взаимных инвестиций ЕАБР. Доклад 25/14. Алматы: Евразийский банк развития.

2. Киргизия подала иск к России из-за проблем с ОМС для семей мигрантов, 27/01/2026. // РИА НОВОСТИ. URL: https://ria.ru/20260127/oms-2070596056.html (дата обраще- ния: 07.04.2026).

3. Мишустин рассказал о доле национальных валют в расчетах внутри ЕАЭС, 11.12.2025. // РИА НОВОСТИ. URL: https://ria.ru/20260407/tramp-2085710307.html (дата обраще-ния: 07.04.2026).

4. О платежах за экспорт и импорт товаров и услуг в 2024 году, 23 мая 2025 г. // еэк Экспресс-информация. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/561/ysk9lqrsxs5yui9j30ihyrnrgf27hit3/Ekspress_informatsiya-Payments_2024.pdf (дата обращения: 07.04.2026).

5. Об экспорте и импорте услуг в государствах – членах ЕАЭС, 30 января 2026 г. // еэк Экспресс-информация. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_stat/fin_stat/express_information/services/Экспресс-информация_Услуги3Q (Дата обращения: 2026.04.07).

6. Ратифицировано соглашение о трансграничном допуске к биржам ЕАЭС, 25 июня 2025. // Минфин России. URL: https://minfin.gov.ru/ru/press -center/?id_4=39784 (дата обращения: 07.04.2026).

7. Статистика Евразийского экономического союза: Статистический сборник / Евразий-ская экономическая комиссия. М., 2026.

8. Статистический ежегодник Евразийского экономического союза / Евразийская эконо-мическая комиссия. М., 2025.

9. Эксперимент по регистрации иностранцев без визы в России: как воспользоваться новой процедурой? 30/06/2025. // МИР24. URL: https://mir24.tv/articles/16638394/eksperiment-po-registracii-inostrancev-bez-vizy-v-rossii:- kak-vospolzovatsya-novoj-proceduroj (дата обра-щения: 07.04.2026).

Assessment of the Effectiveness of Integration Cooperation within the EAEU under Sanctions Pressure (2022–2025)

Tao Peiran
Dalian University of Foreign Languages

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Based on statistical and comparative analysis, this article provides a comprehensive academic assessment of the effectiveness of cooperation among the member states of the Eurasian Economic Union (EAEU) under the sanctions pressure experienced since 2022. The study demonstrates that the Union effectively serves as an anti-crisis buffer: despite a decline in external economic indicators, mutual merchandise trade has shown relatively stable growth, investment is gradually shifting towards non-commodity sectors, the labour market has remained stable, and the share of settlements in national currencies for intra-regional payments has reached a substantial level. At the same time, certain limitations are identified, including asymmetries in capital flows, persistent non-tariff barriers, and the incomplete formation of a common financial market. On this basis, it is concluded that the EAEU is currently in a state of adaptive stability; transitioning to deeper integration will require coordinated institutional reforms and a development strategy aimed at achieving technological sovereignty.

Keywords: Eurasian Economic Union; sanctions pressure; economic integration; adaptive resilience; mutual merchandise trade; de-dollarization; supranational regulation.

References

1. Vinokurov, E. (ed.), Zaboev, A., Kuznetsov, A., Malakhov, A., Omarov, A., Serik, E. (2025) Investment Cooperation in the Eurasian Region Based on the EDB Mutual Investment Monitoring. Report 25/14. Almaty: Eurasian Development Bank.

2. Kyrgyzstan Files Lawsuit Against Russia Over Problems with Compulsory Medical Insurance for Migrant Families, 27/01/2026. // RIA NOVOSTI. URL: https://ria.ru/20260127/oms-2070596056.html (date accessed: 07.04.2026).

3. Mishustin Spoke About the Share of National Currencies in Settlements Within the EAEU, 11.12.2025. // RIA NOVOSTI. URL: https://ria.ru/20260407/tramp-2085710307.html (accessed on 07.04.2026).

4. On payments for the export and import of goods and services in 2024, May 23, 2025 // EEC Express Information. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/561/ysk9lqrsxs5yui9j30ihyrnrgf27hit3/Ekspress_informatsiya-Payments_2024.pdf (accessed on 07.04.2026).

5. On the export and import of services in the EAEU member states, January 30, 2026 // EEC Express Information. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/files/dep_stat/fin_stat/express_information/services/Экспресс-Информация_Услуги3Q (Accessed: 2026.04.07).

6. The agreement on cross-border access to EAEU exchanges was ratified, June 25, 2025. // Ministry of Finance of the Russian Federation. URL: https://minfin.gov.ru/ru/press-center/?id_4=39784 (Accessed: 07.04.2026).

7. Statistics of the Eurasian Economic Union: Statistical Digest / Eurasian Economic Commission. Moscow, 2026.

8. Statistical Yearbook of the Eurasian Economic Union / Eurasian Economic Commission. Moscow, 2025.

9. Experiment with registering foreigners without a visa in Russia: How to take advantage of the new procedure? 30/06/2025. // MIR24. URL: https://mir24.tv/articles/16638394/eksperiment-po-registracii-inostrancev-bez-vizy-v-rossii:- kak-vospolzovatsya-novoj-proceduroj (date of access: 07.04.2026).

Сходства и различия социально-экономического развития российско-китайских приграничных территорий

Чжао Мэйна
аспирант, Владивостокский государственный университет, 184928806@qq.com

Целью проведенной работы было выбрано выявление сходств и различий в социально-экономическом развитии российско-китайских приграничных территорий для выработки последующих рекомендаций в вопросах повышения эффективности сотрудничества бизнеса двух стран. Предметом данного исследования стали внешнеэкономические взаимодействия бизнеса двух стран на приграничных территориях в ближайшей перспективе лет. Методология была сформирована на базе кабинетного аналитического исследования по актуальным официальным материалам двух стран по целеполаганию исследования. В нижеприведенной научной статье определено, что в свете продожающихся сложностей развития северо-восточных территорий Китая и дальневосточных регионов России, именно тесное социально-экономическое взаимодействие двух стран, на фоне ухудшающейся нестабильности внешней среды, может данные регионы вывести в стратегические лидеры региональных развитий в мире.

Ключевые слова: приграничные территории, Северо-восток Китай, Дальний Восток, внешнеэкономическая деятельность, Хэйлунцзян, Приморский край.

Продолжающая с усилением несколько лет нестабильность мировой экономики, серьезно уже институционализировало партнерские отношения бизнес-структур России и Китая, однако существенные различия в социально-экономическом развития двух стран, в т.ч. приграничных близлежащих территорий, продолжает радикально снижать реализацию потенциалов для данного сотрудничества.

Основными схожестями двух сторон границы является то, что у тех приграничных территорий, а так же регионов, в которых они располагаются, имеет место существенное социально-экономическое отставание от остальной части страны, и вместе с тем ещё и достаточно неприемлемый климат для основной части населения, в связи с чем в последние десятилетия отсюда происходит системный и регулярный отток населения [1]. Так, Дальневосточный федеральный округ за 2020-2025 гг. потерял в численности населения по официальной статистики порядка 300 тысяч человек, или 3,7%. Данные за этот промежуток времени в Северо-восточных регионах КНР не раскрываются, однако согласно переписи населения за 2020 год, за 10 лет с 2010 по 2020 гг., тот приграничный с Россией макрорегион потерял более 10% населения (несомненно в последующие 5 лет динамика не изменилась).

Межрегиональная протяженность границ и численность пограничных пунктов у данных китайских регионов с соседними субъектами Федерации России у регионов существенно различиваются, так:

- приграничное соединение России и Китая между Синьцзян-уйгурским автономным районом и Республикой Алтай, в силу географических особенностей носит до сих пор скорее номинальный формат, всего 54 километра, без наличия даже одного таможенного пункта для пересечения границы гражданами двух стран;

- размеры приграничного соединения России с провинцией Цзилинь тоже не слишком масштабна, всего 250 километров, однако здесь уже имеются контрольно-пропускные пункты (Хуньчун-Махалино и Хуньчун-Краскино) и ведется существенное межрегиональное межгосударственное торговое взаимодействие;

- приграничное соединение России с Автономным регионом Внутренняя Монголия имеет ещё более существенную протяженность, 924 километра. Однако, в силу специфики приграничных территорий региона, взаимодействие там осуществляется лишь в нескольких местах, наиболее значимым из которых является соседствующие города Манчжурия (Маньчжоули) и Забайкальск, а так же Эрлань с Монголией;

- самую большую в километрах границу (2981 км), а так же наиболее экономически важное приграничное пространство из данных регионов имеет провинция Хэйлунцян. Граница данного шэнцзи пролегает по рекам Хэйхэ, Хэйлунцзян и Вусули (соответственно в России называются как Амур и Уссури). Регион имеет почти 70 сухопутных и речных транспортных маршрутов, а так же авиационное сообщение с более чем 10 городами РФ.

Первая из упомянутых приграничных территорий, между Республикой Алтай и СУАР в последующие годы/ десятилетия, по мере развития технологий, данная территория, которая является так же приграничной для Казахстана и Монголии, может стать стратегически наиважнейшей, при этом имеющей все возможности и для эффективной реализации совместных экономических проектов [2]. Ещё в 2015 году руководство СУАР КНР уже планировала данную территорию сделать одной из наиважнейших, путем организации контрольно-пропускного пункта со своей стороны в районе северной части округа Алтай, а со стороны Российской Федерации в южной оконечности Республики Алтай. Предполагалось, что данное решение сделает конкурентоспособными оба региона, за счет устранения проблемы того, что на тот момент (как и в настоящее время) предприниматели СУАР осуществляет межгосударственное экономическое взаимодействие с регионами РФ только транзитом по автодорогам третьих стран - Казахстан и Монголию, что в свою очередь требует больших временных затрат для грузовых перевозок и увеличивает финансовые расходы на транспорт. Вторым дополнительным важным проектом для прироста экономического сотрудничества между СУАР и соседним российским регионом Республикой Алтай стало бы планировавшееся в том регионе на тот момент возведение линии газопровода из России. Однако оба проекта на момент написания данной работы не были реализованы, и по итогам в настоящий момент приграничный потенциал прямого экономического взаимодействия с Россией в СУАР так и не реализован. По итогам взаимодействие продолжает происходить че-

рез страны Средней Азии, что стратегически неверно. И если прокладывать железную дорогу между Республикой Алтай и СУАР экономически и невыгодно, то развивать грузовую и пассажирскую низкополетную (в т.ч. беспилотную) авиацию просто критически необходимо.

На втором из анализируемых приграничье двух регионов (Цзилинь-Приморский край) имеются на сегодня намного более высокого уровня перспективы расширения торгового развития за счет увеличения логистических возможностей реки Туманная (Туманган), и торговых операций между тремя странами (РФ, КНР, КНДР) на базе приграничных городов и поселков Хуньчун, Фанчуань, Махалино, Краскино, Хасан, Славянка, Туманган, Чосанчи, Хонъири, Сахвери и др [3].

В третьем случае в последующие годы, по мере происходящего в 2020-х гг. сильного обогащения государства Монголии, при одновременном приросте развития Внутренней Монголии и Забайкального Края данные приграничные территории тоже могут стать стратегически важными для трех стран [4]. Для решения данной задачи, на территории Китая, в первой половине 2026 года, в регионе Внутрення Монголия, была учреждена новая (уже 23-я по счёту в стране) зона свободной торговли, площадью почти 120 кв. км., первоочередной целью которой заявлено, что является развитие экономического коридора данных трех стран. Здесь планируется ввести не только благоприятные для деятельности торгово-экономический и инвестиционный режимы, но и возвести кроме разного рода новых современных логистических и инфраструктурных объектов, ещё и масштабных центр инноваций, промышленного и международного сотрудничества. Руководство КНР начало открывать такого рода территории с особым экономическим статусом 13 лет назад, и на момент написания работы их общая территория составляет 0,1% территории страны, при том что на них там формируется около 20% объема внешней торговли страны и привлеченных иностранных инвестиций [5]. Соответственно несомненно и здесь, на границе с Забайкальским краем в ближайшие годы вырастет масштабный внешнеэкономический партнер, готовый комплексно и эффективно для двух стран сотрудничать с партнерами из России.

В отличии от остальных трех китайских регионов провинция Хэйлунцзян имеет соединение не с одним, а сразу 5 регионами России [6]. Кроме того, в приграничье Хэйлунцзяна действуют сразу 3 зоны пограничного экономического сотрудничества (Харбин, Хэйхэ и Суйфэньхэ), а также 12 пограничных пунктов пропуска. Открытие данных территорий с особым статусом произошло в конце лета 2019 года, однако из-за короноварирусной пандемии, несколько первых лет функционирования они были по факту в законсервированном формате. Данные зоны сосредоточилась на сотрудничестве с Россией в сферах высоких технологий, производства новых материалов, биомедицины, финансов, туризма, энергетического взаимодействия, импортом леса и зерновых. В период санкционного давления, после февраля 2022 года, данные территории стали критически важны для сотрудничества бизнеса и государственных органов всей России, а не только Приморского Края [7].

Все 4 региона имеют значительные территориальные размеры, при относительно невысокой по меркам Китая численности населения (25,8 млн. чел. в СУАР, 20,1 млн. чел. в Цзилинь, 24,8 млн. чел. в АРВМ, 31,8 млн. чел. в Хэйлунцзян по переписи населения 2020 года), однако в общей совокупности представляющей численность чуть более 100 миллионов человек, что в 13 раз больше числа населения проживающего в приграничных с Китаем регионах Российской Федерации [8].

Несмотря на то, что в период 2018-2022 гг. ВВП по всем четырем анализируемым регионам Китая по официальной статистике демонстрировался рост, от 5,8 до 8,5%, общая совокупность на 2022 год данных регионов не превышает 7 трлн юаней, тогда как в тот же год у южнокитайской провинции Гуандун данный показатель составил 13,57 трлн юаней с темпом прироста в среднем по 10% в год. Имеющиеся государственные программы по подтягиванию отстающих регионов, данную ситуацию в целом пока не изменяют. Если же считать по объемам внешнеторговых оборотов, то их отставание от наиболее успешных будет ещё более существенным, так внешнеторговый годовой оборот провинции Хэйлунцзян (наиболее развитой из анализируемых 4 регионов КНР) в последние годы превышает 300 млрд юаней (43 млрд долл), с ежегодным приростом на менее 5%. Вместе с тем, на экспорт приходится пока лишь 25-28%. Несмотря на то, что ускоряющиеся темпы прироста поставок в Россию в первой половине 2020-х гг. несколько сократил данный дисбаланс, в ближайшей перспективе лет для остальной страны данный регион останется импортоориентированным, причем низкоемким. К примеру в провинции Гуандун аналогичный оборот за 2024 год составил более 8,5 трлн юаней (экспорт - 5,5, импорт - 3), т.е. в 28 раз больше, чем в Хэйлунцзяне и с приростом в год на 11%, а в регионе Пекин-Тяньцзинь-Хэбэй 5 трлн юаней (экспорт - 1,3, импорт - 3,7), т.е. в 17,5 раз больше.

Для решения этих проблем необходимы системные решения принимаемых на встречах руководства двух стран, на расширенных встречах в рамках ШОС, БРИКС, а так же в рамках переструктурирования целеполаганий программы развития Один пояс - Один путь, с усилением в нём вектора на развитие северо-восточных регионов Китая, в рамках взаимодействия с дальневосточными регионами Российской Федерации.

При том, что в последние годы в этих регионах активно возводится большое количество социальных городских объектов, а так же производился ввод новых высокоскоростных железных дорог, современных автотрасс и аэропортов. Однако пока этого недостаточно для роста привлекательности данных регионов внутри страны. Возможно здесь потребуется и некоторое изменение миграционной политики [9].

Российские регионы, граничащие с Китаем представлены шестью Субъектами Федерации, в т.ч. Амурская область, Еврейская автономная область, Забайкальский, Приморский, Хабаровский края, а так же Республика Алтай. В отличии от китайских приграничных регионов здесь имеются существенные различия по численности населения и объему региональных бюджетов. Так, численный состав жителей по указанному списку регионов на 2024 годы выглядел следующим образом 750 тыс. чел., 145 тыс. чел., 984 тыс. чел., 1806 тыс. чел., 1278 тыс. чел., 210 тыс. чел. Соответственно вместо полутократных различий по численности шэнцзи (Хэйлунцзян к Цзилинь), здесь имеется различия в 12,5 раз (Приморье к Еврейской АО).

Различия по показателям внутренних региональных продуктов анализируемых регионов так же намного более существенны относительно соседних КНР. Так, если в Китае имеет место соотношение 1,75 раза (АРВМ к Цзилиню согласно данным за 2022 г.), то в России в 18,2 раза (Приморский край к Республике Алтай по данным за 2021 г.).

В последние 10-12 лет анализируемые российские регионы показывали хорошие (относительно общероссийских показателей) темпы развития, а в условиях санкционного давления от стран Коллективного Запада и усиления процессов Поворота на Восток (по отношению к дружественным России странам) данные темпы роста несомненно ещё приросли. Однако внутренние проблемы регионов, как в области экономического развития, демографии, миграционных процессов коренного населения в Западную часть стран и притока иностранцев из стран Средней Азии, экологии и иных социально-экономических вопросов это в полной мере не разрешало. Имеются и иные существенные проблемы, тормозящие развитие, среди которых стоит упомянуть те, которые сформировались с 2022 года геополитические (дестабилизация международной политической обстановки, реализуемая такими соседними странами Коллективного Запада как Япония и Южная Корея) и логистические (слабая пропускная способность железнодорожных путей при низких потенциалах использования морских путей) и пр. При этом остаются и проблемы прошлых времен, т.е. когда в структуре экспорта преобладают низкомаржинальная сырьевая продукция, а импортируемая продукция по преимуществу представлена высокомаржинальными товарами отраслей машиностроения и электроники.

Среди положительных сторон развития анализируемых субъектов Федерации наблюдается межгосударственное экономическое взаимодействие, в частности уже создано и функционирует 16 зон китайско-российского экономического и торгового сотрудничества. При этом, среди немалого числа удачных проектов, были и совершенно проваленные важные проекты, такие как приграничный торгово-экономический комплекс «Пограничный- Суйфэньхэ» или проект первой свободной экономической зоны Дальнего Востока на стыке границ России, Китая и КНДР под названием Туманган [10; 11].

В среднесрочной перспективе для федерального бюджета страны в рамках программ развития останется одним из важных проектов и вложения в развития одного из самых депрессивных регионов Забайкальский край. Среди возможных проектов стал бы наиболее значимым по мнению автора настоящего исследования это вложения в развитие города Забайкальск, по принципу и формату развития города Благовещенск [12], для создания настоящей конкурентоспособности по развитию соседнего города, которым является со стороны КНР город Маньчжурия.

Литература

1. Чжао И. Пространственная поляризация трансграничных территорий Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая: дис. … канд. геогр. наук. Якутск. СВФУ, 2023.

2. Чжан Ф. Особенности стратегического развития региональной экономики (на примере приграничной зоны Алтая, торговля между РФ и КНР) // Modern Economy Success. 2025. № 2. С. 14-20.

3. Ларин В.Л. Провинция Цзилинь: северный вектор открытости в современной стратегии развития // Проблемы Дальнего Востока. 2025. № 4. С. 57-72.

4. Чжен Х. Анализ внешней торговли Автономного Района Внутренняя Монголия // Молодёжная научная весна. материалы LI Научно-практической конференции молодых исследователей Забайкальского государственного университета. В 3 ч.. Чита, 2024. С. 250-254.

5. Юйсинь Ян, Фанюнь Су, Камышанченко Е.Н. Условия и перспективы развития приграничного и межрегионального торгово-экономического сотрудничества в зоне российско-китайского порубежья // Экономика. Информатика. 2024. Т. 51. №1. С. 45–55.

6. Song L. Strategic priorities of cooperation between Heilongjiang province and Russia// R-Economy. 2019. Т. 5. № 1. С. 13-18.

7. Ульзетуева А.Д., Гомбоев Б.О. Географические основы геостратегического позиционирования ДФО в трансграничном пространстве Внутренней Азии// Естественные науки во Внутренней Азии: поиски и перспективы исследований. Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию Людмилы Капитоновны Бардоновой. Улан-Удэ, 2026. С. 80-84.

8. Концепция развития приграничных территорий субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа (утв. распоряжением Правительства РФ от 28.10.2015 № 2193-р).

9. Чжао И., Шань Ч. Приграничные территории Дальнего Востока России и Северо-Востока Китая: социально-экономическое сотрудничество в рамках идеи "Открытый Дальний Восток"// Проблемы приграничья. Новые траектории международного сотрудничества. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Калининград, 2025. С. 225-231.

10. Чжоу Ч. Состояние приграничного торгово-экономического сотрудничества между Россией и Китаем// Экономика устойчивого развития. 2025. № 3 (63). С. 210-213.

11. Дорошенко С.В. Приграничные регионы России и Китая: проблемы и приоритеты развития/ Россия: тенденции и перспективы развития. Москва. 2020. с. 662–668.

12. Скатов Д.Р. Социально-экономическое взаимодействие: Хэйхэ и Благовещенск// Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества. 2024. № 14. С. 237-240.

Similarities and differences in the socio-economic development of the Russian-Chinese border territories

Zhao Meina
Vladivostok State University

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The purpose of the work was to identify similarities and differences in the socio-economic development of the Russian-Chinese border territories in order to develop further recommendations on improving the effectiveness of business cooperation between the two countries. The subject of this study is the foreign economic cooperation between the businesses of the two countries in the border areas in the near future. The methodology was formed on the basis of desk analytical research on relevant official materials of the two countries on the purpose of the study. In the scientific article below, it is determined that in the light of the ongoing difficulties in the development of the northeastern territories of China and the Far Eastern regions of Russia, it is the close socio-economic interaction between the two countries, against the background of deteriorating environmental instability, that can bring these regions to the strategic leaders of regional development in the world.

Keywords: border territories, Northeast China, Far East, foreign economic activity, Heilongjiang, Primorsky Krai.

References

1. Zhao I. Spatial polarization of the transborder territories of the Russian Far East and Northeast China: dis.... PhD of Geographical Sciences. Yakutsk. NEFU, 2023.
2. Zhang F. Features of the strategic development of the regional economy (on the example of the Altai border zone, trade between the Russian Federation and China) // Modern Economy Success. 2025. No. 2. pp. 14-20.
3. Larin V.L. Jilin Province: the Northern vector of openness in the modern development strategy // Problems of the Far East. 2025. No. 4. pp. 57-72.
4. Zheng H. Analysis of the foreign trade of the Inner Mongolia Autonomous Region // Youth Scientific Spring. materials of the LI Scientific and Practical Conference of Young researchers of Zabaykalsky State University. In 3 hours. Chita, 2024. pp. 250-254.
5. Yuxin Yang, Fanyun Su, Kamyshanchenko E.N. Conditions and prospects for the development of cross-border and interregional trade and economic cooperation in the Russian-Chinese border area // Economy. Computer science. 2024. Vol. 51. No. 1. pp. 45-55.
6. Song L. Strategic priorities of cooperation between Heilongjiang province and Russia// R-Economy. 2019. Vol. 5. No. 1. pp. 13-18.
7. Ulzetueva A.D., Gomboev B.O. Geographical foundations of the geostrategic positioning of the Far Eastern Federal District in the transborder space of Inner Asia// Natural sciences in Inner Asia: the search and prospects of research. Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of Lyudmila Kapitonovna Bardonova. Ulan-Ude, 2026. pp. 80-84.
8. The concept of development of the border territories of the subjects of the Russian Federation, which are part of the Far Eastern Federal District (approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated 28.10.2015 No. 2193-r).
9. Zhao I., Shan H. The border territories of the Russian Far East and Northeast China: socio-economic cooperation within the framework of the idea of an "Open Far East"// Problems of the border region. New trajectories of international cooperation. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Kaliningrad, 2025. pp. 225-231.
10. Zhou Ch. The state of cross-border trade and economic cooperation between Russia and China// Economics of sustainable development. 2025. No. 3 (63). pp. 210-213.
11. Doroshenko S.V. The border regions of Russia and China: problems and priorities of development/ Russia: trends and prospects of development. Moscow. 2020. pp. 662-668. 12.Skatov D.R. Socio-economic interaction: Heihe and Blagoveshchensk// Russia and China: history and prospects of cooperation. 2024. No. 14. pp. 237-240.

Интеллектуальная собственность как стратегический ресурс малых и средних предприятий Вьетнама

Чэнь Чанжуй
аспирант, Российский университет дружбы народов, 1042248250@pfur.ru

В статье рассматривается интеллектуальная собственность как стратегический ресурс малых и средних предприятий Вьетнама в контексте современного стратегического управления. Обосновывается, что в условиях цифровизации, экспортной ориентации экономики и усиления конкуренции интеллектуальная собственность выходит за рамки правового инструмента и приобретает значение управляемого нематериального актива, способного обеспечивать инновационное развитие, рыночную дифференциацию и устойчивые конкурентные преимущества. Раскрываются теоретико-методологические основания такого подхода, анализируется стратегическое значение интеллектуальной собственности для вьетнамских МСП, а также предлагаются организационно-управленческие механизмы её интеграции в инновационные, маркетинговые и кооперационные процессы предприятия. Особое внимание уделяется переходу от фрагментарного владения отдельными объектами к целостной системе стратегического управления интеллектуальными активами. Делается вывод, что эффективное использование интеллектуальной собственности способно повысить адаптивность, конкурентоспособность и потенциал устойчивого роста МСП Вьетнама.

Ключевые слова: интеллектуальная собственность, малые и средние предприятия, стратегическое управление, конкурентные преимущества, инновационное развитие, Вьетнам.

Введение

В условиях ускоряющейся структурной трансформации экономики, цифровизации и усиления глобальной конкуренции всё более очевидным становится возрастание роли нематериальных факторов в обеспечении устойчивого развития предприятий. Для малых и средних предприятий данная тенденция имеет особое значение, поскольку ограниченность финансовых, технологических и организационных ресурсов объективно повышает значимость тех активов, которые способны обеспечивать долгосрочные конкурентные преимущества без необходимости масштабного наращивания материальной базы. В этом контексте интеллектуальная собственность перестаёт быть исключительно объектом правовой охраны и начинает рассматриваться как важный элемент стратегического управления, связанный с инновационной деятельностью, рыночной дифференциацией, коммерциализацией знаний и формированием устойчивых позиций предприятия на внутреннем и внешнем рынках.

Для Вьетнама данная проблематика особенно актуальна. Развитие сектора МСП происходит в условиях экспортной ориентации экономики, включённости предприятий в глобальные цепочки создания стоимости, ускоренного роста цифровых отраслей и одновременного усиления конкурентного давления как со стороны внутренних, так и со стороны внешних участников рынка. При этом значительная часть вьетнамских МСП по-прежнему сталкивается с ограниченным доступом к капиталу, недостатком технологических и управленческих компетенций, слабой интеграцией инновационной и рыночной стратегии, а также с фрагментарным использованием объектов интеллектуальной собственности. В результате интеллектуальная собственность часто воспринимается как вспомогательный правовой инструмент, а не как ресурс, способный обеспечивать создание стоимости, укрепление рыночной идентичности и повышение адаптивности фирмы. Между тем в современных условиях именно эффективное управление интеллектуальной собственностью может стать для малых и средних предприятий одним из механизмов перехода от модели догоняющего развития к модели устойчивого конкурентного роста.

Степень разработанности данной темы в научной литературе свидетельствует о наличии значительного исследовательского потенциала. С одной стороны, интеллектуальная собственность широко изучается как правовой институт и как элемент инновационной экономики. С другой стороны, её роль именно как стратегического ресурса МСП, особенно в контексте развивающихся экономик и, в частности, Вьетнама, остаётся раскрытой недостаточно последовательно. Сохраняется разрыв между теоретическим осмыслением интеллектуальной собственности и практикой её организационного использования в системе управления предприятием. Недостаточно полно исследованы вопросы интеграции интеллектуальной собственности в общую стратегию фирмы, выбора механизмов её защиты и коммерциализации, формирования портфельного подхода и использования внешних кооперационных связей для повышения её ценности.

Целью настоящей статьи является теоретическое обоснование роли интеллектуальной собственности как стратегического ресурса малых и средних предприятий Вьетнама и разработка управленческого подхода к её использованию в системе стратегического управления. Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи: уточняется теоретико-методологическое понимание интеллектуальной собственности как управляемого стратегического ресурса; раскрывается её стратегическое значение в развитии вьетнамских МСП; обосновываются организационно-управленческие механизмы её интеграции в инновационную, рыночную и кооперационную деятельность предприятия. Методологическую основу исследования составляют системный и процессный подходы, положения ресурсной концепции фирмы, а также подходы стратегического и инновационного менеджмента. Научная новизна статьи состоит в том, что интеллектуальная собственность рассматривается не как изолированный правовой объект, а как динамический элемент ресурсной конфигурации МСП, способный обеспечивать устойчивое создание конкурентных преимуществ при условии его целенаправленной организационной и стратегической интеграции.

Теоретико-методологические основы рассмотрения интеллектуальной собственности как стратегического ресурса МСП

В современной научной литературе отправной точкой анализа выступает отказ от сугубо юридического понимания интеллектуальной

собственности. Так, М. А. Сажина и А. В. Гаврилюк рассматривают интеллектуальную собственность не только как совокупность исключительных прав, но и как экономическое отношение присвоения результатов интеллектуальной деятельности в инновационной экономике [1]. Для целей настоящего исследования данная позиция представляется принципиальной: в управленческом смысле интеллектуальная собственность должна трактоваться не как внешний по отношению к фирме правовой атрибут, а как институционально закреплённая часть ее нематериальных ресурсов. Именно поэтому необходимо различать интеллектуальную собственность, нематериальные активы, интеллектуальный капитал и инновационный результат: первая является юридически оформленной и потенциально коммерциализируемой частью более широкого комплекса знаний, компетенций и инновационных наработок фирмы.

Специфика малых и средних предприятий особенно чётко раскрывается в работе Й. Томе и К. Бизер, где исследуются режимы присвоения результатов инновационной деятельности в секторе малых предприятий [2]. Авторы показывают, что для МСП ключевым вопросом является не просто наличие или отсутствие формальной правовой охраны, а выбор самой модели защиты от имитации. Для управления это означает следующее: интеллектуальная собственность становится стратегическим ресурсом лишь тогда, когда предприятие способно соотнести способы ее защиты со своими ограниченными финансовыми, кадровыми и организационными возможностями. В отличие от крупных компаний, МСП, как правило, не формируют громоздкие патентные портфели, а выбирают селективные и экономически оправданные механизмы присвоения ценности.

Эту логику дополняет исследование Дж. Г. Блок и др, посвящённое причинам, по которым МСП регистрируют товарные знаки [3]. Авторы убеждают, что товарный знак выполняет не только охранительную, но и рыночную функцию: он служит сигналом качества, инструментом дифференциации и способом снижения неопределённости для контрагентов и потребителей. Следовательно, стратегическая ценность интеллектуальной собственности для МСП определяется не только защитой технологического результата, но и её способностью усиливать рыночное позиционирование фирмы. В этом проявляется важное для менеджмента смещение акцента: интеллектуальная собственность начинает работать как механизм формирования конкурентного преимущества, а не только как средство юридической обороны.

Далее, М. Гримальди, М. Греко и Л. Кричелли предлагают рассматривать управление интеллектуальной собственностью через призму стратегий защиты и открытых инноваций [4]. Их подход особенно важен для данной статьи, поскольку переводит обсуждение с уровня отдельных объектов интеллектуальной собственности на уровень стратегического выбора фирмы. Авторы выделяют разные типы стратегий защиты и показывают, что отсутствие ясной стратегии само по себе ограничивает инновационную результативность компании. Для теоретической рамки настоящего исследования это означает, что интеллектуальная собственность приобретает характеристики стратегического ресурса не автоматически, а лишь при наличии управленческой способности встроить её в инновационную, рыночную и кооперационную стратегию предприятия.

С близких позиций И. Н. Корнилова и Л. А. Олих обосновывают процессный подход к стратегическому управлению интеллектуальной собственностью организации [5]. С точки зрения авторов, стратегическое управление в данной сфере включает не только выявление и правовую охрану объектов, но и их оценку, распределение ответственности, коммерциализацию и контроль результатов. В контексте управления МСП это особенно значимо, поскольку позволяет перейти от понимания интеллектуальной собственности как «правового объекта» к её рассмотрению как «объекта управления», встроенного в основные бизнес-процессы предприятия. Иначе говоря, интеллектуальная собственность становится частью ресурсной конфигурации фирмы лишь тогда, когда она организационно оформлена и включена в систему принятия стратегических решений.

Наконец, китайские исследователи Чэнь Яньбо и Пэн Босюнь, анализируя практику технологических МСП, отмечают типичные ограничения: недостаток стратегического понимания интеллектуальной собственности, слабую интеграцию охраны и коммерциализации, а также фрагментарность управленческих процедур [6]. Этот вывод методологически важен и для рассматриваемой темы, поскольку показывает: даже при наличии ценных знаний и разработок интеллектуальная собственность не превращается в стратегический ресурс сама по себе. Следовательно, в рамках данной статьи интеллектуальная собственность понимается как управляемый, институционально оформленный и коммерчески конвертируемый результат знаний и инноваций, который способен создавать устойчивые преимущества для МСП. Такой подход задаёт основу для следующего раздела, где будет раскрыто, каким образом эта ресурсная логика проявляется в стратегическом развитии малых и средних предприятий Вьетнама.

Стратегическое значение интеллектуальной собственности в развитии малых и средних предприятий Вьетнама

Стратегическое значение интеллектуальной собственности в развитии малых и средних предприятий Вьетнама обусловлено не только необходимостью правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности, но прежде всего особенностями функционирования самих МСП. Для большинства вьетнамских предприятий данного сектора характерны ограниченность финансовых и технологических ресурсов, недостаточная устойчивость рыночных позиций, слабая накопленная брендовая капитализация и высокая зависимость от внешней конкурентной среды. В этих условиях долгосрочное развитие всё в большей степени определяется не объёмом материальных активов, а способностью предприятия формировать и использовать нематериальные источники конкурентных преимуществ. Именно поэтому интеллектуальная собственность становится для вьетнамских МСП не вспомогательным юридическим инструментом, а важным стратегическим ресурсом, позволяющим закреплять результаты знаний, инноваций и рыночной дифференциации в форме, пригодной для защиты, коммерциализации и масштабирования.

Первая стратегическая функция интеллектуальной собственности связана с присвоением и сохранением результатов инновационной деятельности. Для МСП, работающих в перерабатывающей промышленности, агропродовольственном секторе, информационных технологиях и креативных индустриях, создание нового продукта, дизайна, технического решения или цифрового контента требует значительных организационных усилий и накопления специфических компетенций. Если такие результаты не получают оформленного статуса, предприятие оказывается в уязвимом положении, поскольку созданная им ценность может быть быстро воспроизведена более сильными участниками рынка. Следовательно, интеллектуальная собственность выступает механизмом институционального закрепления инновационного результата и тем самым делает возможным его превращение в устойчивый источник дохода. Для вьетнамских предприятий это особенно важно, поскольку инновационная активность напрямую связана с расширением экспортных возможностей и укреплением рыночной позиции фирмы [7].

Вторая функция интеллектуальной собственности проявляется в формировании рыночной идентичности предприятия и повышении его способности к дифференциации. Для значительной части вьетнамских МСП проблема заключается не только в ограниченности ресурсов, но и в невозможности выйти за рамки конкуренции по цене. В такой ситуации товарные знаки, промышленные образцы, фирменные обозначения, элементы дизайна и иные объекты интеллектуальной собственности становятся инструментами стратегического позиционирования. Они повышают узнаваемость продукции, укрепляют доверие потребителей и снижают степень заменяемости предложения. С точки зрения управления это означает, что интеллектуальная собственность участвует в создании добавленной стоимости не только через защиту, но и через повышение символической, репутационной и рыночной ценности продукта. Практика показывает, что качество и содержательная насыщенность охраняемых результатов знаний усиливают экспортную конкурентоспособность предприятия, поскольку повышают его технологическую и рыночную отличимость [8].

Третья функция интеллектуальной собственности связана с включением МСП в более сложные формы кооперации и международного взаимодействия. Вьетнамская модель экономического развития в значительной степени опирается на экспортную ориентацию и участие предприятий в глобальных цепочках создания стоимости. Однако в таких цепочках малые и средние фирмы нередко занимают зависимые позиции, выполняя функции поставщиков, субподрядчиков или переработчиков с ограниченным контролем над конечной стоимостью продукта. В этих условиях интеллектуальная собственность повышает переговорную субъектность предприятия: она уменьшает его заменяемость, способствует закреплению технологических компетенций и создаёт предпосылки для перехода к более выгодным сегментам цепочки стоимости. Следовательно, её стратегическое значение заключается не только в защите уже созданного результата, но и в поддержке организационного обучения, накопления знаний и последующего функционального upgrading предприятия [9].

Четвёртая функция интеллектуальной собственности состоит в расширении возможностей коммерциализации и привлечения внешних ресурсов. Для вьетнамских МСП наличие формализованных нематериальных активов может служить сигналом качества для партнёров, инвесто-

ров и кредиторов, а также облегчать лицензирование, передачу технологий и развитие кооперационных проектов. Это особенно важно в условиях структурной трансформации экономики Вьетнама, индустриальной модернизации и ускоренной цифровизации, когда способность предприятия работать с нематериальными активами становится частью его общей стратегической адаптации. В данном случае интеллектуальная собственность выступает уже не только как средство защиты, но и как механизм ресурсной мобилизации и коммерческого использования знаний. Эмпирические исследования по вьетнамским МСП показывают, что развитие нематериальных активов положительно связано с результативностью фирмы, особенно в секторах, где традиционные материальные ресурсы не обеспечивают достаточной устойчивости роста [10].

Таким образом, в условиях Вьетнама интеллектуальная собственность приобретает особую стратегическую значимость именно потому, что она соединяет инновационную активность, рыночную дифференциацию, международную адаптацию и коммерциализацию результатов знаний в единую логику создания конкурентных преимуществ. Её ценность для МСП заключается не столько в предотвращении копирования как такового, сколько в способности преобразовывать знания, технологии, бренд и деловую репутацию в долгосрочно используемый актив. Однако реализация этого потенциала невозможна автоматически: она требует стратегической интеграции объектов интеллектуальной собственности в систему управления предприятием, выбора адекватной модели их использования и согласования с инновационной, брендовой и международной стратегией фирмы. Именно поэтому для вьетнамских МСП интеллектуальная собственность должна рассматриваться не как периферийный элемент правового обеспечения бизнеса, а как один из ключевых инструментов устойчивого роста, повышения конкурентоспособности и создания стоимости в условиях усиливающейся внутренней и внешней конкуренции.

Организационно-управленческие механизмы использования интеллектуальной собственности в МСП Вьетнама

Если в предыдущих разделах интеллектуальная собственность рассматривалась как стратегический ресурс и как фактор конкурентоспособности малых и средних предприятий Вьетнама, то на данном этапе необходимо показать, каким образом она должна быть встроена в систему управления предприятием. Для большинства вьетнамских МСП проблема заключается не в полном отсутствии объектов интеллектуальной собственности, а в отсутствии целостного механизма их выявления, защиты, использования и коммерциализации. На практике результаты интеллектуальной деятельности часто существуют в разрозненном виде: предприятие может зарегистрировать товарный знак, обладать определённым технологическим решением, накапливать клиентские данные или создавать оригинальный цифровой контент, но при этом не связывать эти активы с общими задачами роста, позиционирования и выхода на новые рынки. В результате интеллектуальная собственность остаётся периферийным элементом хозяйственной деятельности, хотя в управленческом смысле она должна стать частью стратегического контура фирмы [11].

В этих условиях исходной задачей выступает формирование внутри предприятия процедуры системного распознавания интеллектуальных активов. Для МСП во Вьетнаме особенно важно не столько стремиться к максимальному числу зарегистрированных объектов, сколько научиться отделять действительно ключевые знания и результаты от второстепенных. Такая логика требует регулярного внутреннего аудита, в ходе которого предприятие определяет, какие именно разработки, элементы бренда, технологические решения, объекты дизайна, программные продукты, базы данных, ноу-хау и коммерческие обозначения обладают наибольшей способностью создавать стоимость. Только после этого становится возможным обоснованное решение о форме их правовой и организационной защиты. Для одних активов целесообразна патентная охрана, для других регистрация товарного знака или защита авторским правом, тогда как часть знаний рациональнее сохранять в режиме коммерческой тайны. Для малых и средних предприятий такой селективный подход особенно значим, поскольку ограниченность ресурсов требует не формального накопления прав, а их стратегического отбора в соответствии с отраслевой спецификой, инновационным профилем и рыночными целями фирмы [12]. Однако даже наличие оформленных прав не создаёт стратегического эффекта само по себе. Интеллектуальная собственность начинает работать как реальный управленческий ресурс только тогда, когда она интегрируется в ключевые бизнес-процессы. Это означает, что решения о разработке нового продукта, выборе брендинговой стратегии, выходе на внешний рынок, участии в партнёрских проектах или цифровой трансформации должны приниматься с учётом того, какие интеллектуальные активы уже имеются у фирмы, какие из них требуют защиты и каким образом они могут быть использованы в дальнейшем. Для вьетнамских МСП это особенно актуально, поскольку многие из них действуют в условиях высокой имитационной конкуренции и одновременно стремятся включиться в более сложные формы кооперации. В такой ситуации отсутствие координации между инновационной деятельностью, маркетингом и управлением правами приводит к тому, что предприятие либо недозащищает созданную ценность, либо регистрирует объекты, которые никак не используются в рыночной стратегии. Именно поэтому необходим ответственный субъект внутри фирмы — собственник, руководитель по развитию, менеджер инноваций или иной координатор, обеспечивающий связь между созданием, охраной и использованием интеллектуальных активов. Подобная управленческая связность особенно важна в условиях открытых инноваций, где взаимодействие с внешними участниками может усиливать развитие фирмы, но одновременно повышает риск утраты контроля над результатами [13].

Не менее важным является переход от разрозненного владения отдельными объектами к портфельной логике управления. Для малых и средних предприятий Вьетнама интеллектуальная собственность должна рассматриваться не как набор несвязанных прав, а как взаимодополняемая система активов, поддерживающих ядро компетенций предприятия. Технологические решения, товарные знаки, объекты авторского права, элементы дизайна и коммерческие секреты приобретают наибольшую ценность тогда, когда они усиливают друг друга и работают на единый стратегический результат укрепление рыночной позиции, снижение заменяемости фирмы, поддержку инновационного цикла и расширение возможностей коммерциализации. Такой подход особенно важен для предприятий, находящихся на стадии роста: именно в этот период несогласованное накопление прав увеличивает издержки, тогда как стратегически выстроенный портфель позволяет увязать защиту, брендирование, технологическое развитие и рыночную экспансию в единую модель создания стоимости [14]. Для вьетнамских МСП существенное значение имеет и внешняя координация, поскольку многие задачи в сфере интеллектуальной собственности невозможно эффективно решать исключительно собственными силами. Ограниченность специализированных кадров, высокая стоимость правовой охраны и недостаточный опыт коммерциализации требуют активного взаимодействия с университетами, исследовательскими организациями, отраслевыми ассоциациями, консультантами по трансферу технологий, инкубаторами, кластерами и государственными структурами поддержки. Такое взаимодействие должно быть направлено не только на оформление прав, но и на оценку коммерческого потенциала разработок, подготовку лицензионных соглашений, поиск партнёров, развитие совместных инновационных проектов и сопровождение выхода интеллектуальных активов на рынок. Международные исследования показывают, что коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности становится более результативной там, где предприятие включено в специализированную инфраструктуру посредничества и трансфера, а не действует изолированно [15].

С учётом сказанного целесообразно предложить для МСП Вьетнама интегрированную модель стратегического управления интеллектуальной собственностью, основанную на последовательности «идентификация — защита — интеграция — коммерциализация — перераспределение». На первом этапе предприятие выявляет ключевые интеллектуальные активы и оценивает их значение для конкурентоспособности. На втором выбирает адекватные формы правовой и организационной защиты. На третьем встраивает эти активы в инновационные, маркетинговые, партнёрские и внешнеэкономические процессы. На четвёртом использует их как инструмент лицензирования, технологического сотрудничества, брендирования и расширения рыночных возможностей. На пятом регулярно пересматривает состав и структуру интеллектуального портфеля в соответствии с изменением стратегии, отраслевой среды и жизненного цикла фирмы. Ценность такой модели заключается в том, что она позволяет рассматривать интеллектуальную собственность не как статичный юридический результат, а как динамический управляемый ресурс, способный усиливать адаптивность, конкурентоспособность и устойчивость развития предприятия. Для вьетнамских МСП именно такой подход представляется наиболее продуктивным, поскольку он соединяет ограниченные внутренние ресурсы фирмы с необходимостью стратегической гибкости, инновационного роста и постепенного продвижения к более высоким позициям в цепочках создания стоимости.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать вывод о том, что в современных условиях интеллектуальная собственность должна рассматриваться как один из ключевых стратегических ресурсов малых и средних предприятий Вьетнама. Её значение определяется не только функцией правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности, но и способностью обеспечивать присвоение инновационной ценности, укрепление рыночной идентичности, повышение переговорной позиции предприятия и расширение возможностей его коммерциализации и международной адаптации. Для вьетнамских МСП, действующих в условиях ограниченности материальных ресурсов и высокой конкурентной турбулентности, именно интеллектуальная собственность способна выполнять компенсаторную и одновременно развивающую функцию, превращая знания, технологии, бренд и иные нематериальные активы в основу устойчивого конкурентного преимущества. Тем самым подтверждается, что её роль в развитии МСП выходит далеко за пределы традиционного юридического понимания и непосредственно входит в сферу стратегического управления предприятием.

Вместе с тем потенциал интеллектуальной собственности реализуется лишь при наличии целостной системы её организационного использования. В статье обосновано, что для МСП Вьетнама принципиальное значение имеет переход от фрагментарного владения отдельными объектами к интегрированному управлению, включающему идентификацию ключевых интеллектуальных активов, выбор адекватных форм их защиты, включение в инновационные и рыночные процессы, коммерциализацию и последующее перераспределение в соответствии с изменением стратегии фирмы. Именно такая логика позволяет рассматривать интеллектуальную собственность как динамический управляемый ресурс, повышающий адаптивность, конкурентоспособность и устойчивость развития предприятия. Практическая значимость проведённого исследования заключается в возможности использования предложенного подхода при разработке управленческих решений в сфере стратегического развития МСП, тогда как его дальнейшее научное развитие может быть связано с отраслевым сравнением вьетнамских предприятий и последующей эмпирической проверкой предложенной модели.

Литература

1. Сажина М. А., Гаврилюк А. В. Интеллектуальная собственность в инновационной экономике: методологические аспекты // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2020. Т. 12, № 2(36). С. 26–39. DOI: 10.38050/2078-3809-2020-12-2-26-39.
2. Тома Й., Бицер К. Защищать или не защищать? Режимы присвоения результатов инновационной деятельности в секторе малых предприятий // Исследовательская политика. 2013. Т. 42, № 1. С. 35–49. DOI: 10.1016/j.respol.2012.04.019.
3. Блок Й. Х., Фиш К. О., Хан А., Занднер П. Г. Почему малые и средние предприятия регистрируют товарные знаки? Выводы по фирмам в инновационных отраслях // Исследовательская политика. 2015. Т. 44, № 10. С. 1915–1930. DOI: 10.1016/j.respol.2015.06.007.
4. Гримальди М., Греко М., Кричелли Л. Концептуальная модель стратегий защиты интеллектуальной собственности и открытых инноваций // Журнал бизнес-исследований. 2021. Т. 123. С. 156–164. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.043.
5. Корнилова И. Н., Олих Л. А. Стратегическое управление интеллектуальной собственностью организации в контексте процессного подхода // Бизнес Информ. 2019. № 11(502). С. 99–107.
6. Чэнь Яньбо, Пэн Босюнь. Анализ современного состояния управления интеллектуальной собственностью в технологических малых и средних предприятиях и обсуждение соответствующих стратегий // Коллективная экономика Китая. 2022. № 14. С. 116–118.
7. Хоанг Х. Т., Нгуен К. Н., Чан Т. Т. Влияние инноваций на экспорт вьетнамских предприятий обрабатывающей и перерабатывающей промышленности // Коджент: экономика и финансы. 2024. Т. 12, № 1. Ст. 2341637.
8. Ли Хун, Ван Юньтин, У Дунсун. Механизм влияния качества патентов на экспортную конкурентоспособность предприятий: исследование с позиции широты знаний // Исследования мировой экономики. 2021. № 1. С. 32–46, 134.
9. де Оливейра Р. Т., Нгуен Т., Лиш П., Веррейн М.-Л., Индулска М. Экспорт как способ выхода из ограничений и обучения: вьетнамские производственные предприятия в глобальных цепочках создания стоимости // Журнал мирового бизнеса. 2021. Т. 56, № 4. Ст. 101227.
10. Нгуен-Ань Т., Хоанг-Дык К., Нгуен-Тхи-Тхюи Л., Ву-Тьен В., Нгуен-Динь У., То-Тхе Н. Способствуют ли нематериальные активы результативности фирмы? Эмпирические данные по малым и средним предприятиям сельского, лесного и рыбного хозяйства Вьетнама // Журнал инноваций и знаний. 2022. Т. 7, № 3. Ст. 100194.
11. Алексеева Е. В., Мазур Н. З. Интеллектуальная собственность как объект управления в инновационной деятельности предприятия // Вопросы инновационной экономики. 2020. Т. 10, № 2. С. 823–840.
12. Се П.-Н. Стратегическое патентование малыми фирмами // Калифорнийский обзор менеджмента. 2013. Т. 55, № 4. С. 144–161.
13. Богерс М. Парадокс открытых инноваций: обмен знаниями и их защита в сотрудничестве в области НИОКР // Европейский журнал инновационного менеджмента. 2011. Т. 14, № 1. С. 93–117.
14. Сомайя Д. Патентная стратегия и управление: интегративный обзор и исследовательская повестка // Журнал менеджмента. 2012. Т. 38, № 4. С. 1084–1114.
15. Буркшайтене Д., Дамашевичюс Р. Коммерциализация интеллектуальной собственности: путь от университета к рынку // Предпринимательство и устойчивое развитие. 2020. Т. 8, № 2. С. 152–170.

Intellectual Property as a Strategic Resource for Small and Medium-Sized Enterprises in Vietnam

Chen Changrui
Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines intellectual property as a strategic resource for small and medium-sized enterprises in Vietnam within the framework of contemporary strategic management. It argues that, under conditions of digitalization, an export-oriented economy, and intensifying competition, intellectual property goes beyond the role of a legal instrument and acquires the significance of a manageable intangible asset capable of supporting innovation-driven development, market differentiation, and sustainable competitive advantages. The paper outlines the theoretical and methodological foundations of this approach, analyzes the strategic importance of intellectual property for Vietnamese SMEs, and proposes organizational and managerial mechanisms for its integration into the innovation, marketing, and cooperative processes of the enterprise. Particular attention is paid to the transition from fragmented ownership of individual intellectual property objects to a holistic system of strategic management of intellectual assets. The study concludes that the effective use of intellectual property can enhance the adaptability, competitiveness, and sustainable growth **potential of Vietnamese SMEs.**

Keywords: intellectual property, small and medium-sized enterprises, strategic management, competitive advantages, innovation-driven development, Vietnam.

References

1. Sazhina M. A., Gavrilyuk A. V. Intellectual Property in an Innovative Economy: Methodological Aspects // Scientific Research of the Faculty of Economics. Electronic Journal. 2020. Vol. 12, No. 2(36). pp. 26–39. DOI: 10.38050/2078-3809-2020-12-2-26-39.
2. Toma J., Bitser K. To Protect or Not to Protect? Regimes for Appropriating the Results of Innovative Activity in the Small Enterprise Sector // Research Policy. 2013. Vol. 42, No. 1. pp. 35–49. DOI: 10.1016/j.respol.2012.04.019.
3. Block J. H., Fisch K. O., Hahn A., Sandner P. G. Why do small and medium-sized enterprises register trademarks? Findings for firms in innovative industries // Research Policy. 2015. Vol. 44, No. 10. pp. 1915–1930. DOI: 10.1016/j.respol.2015.06.007.
4. Grimaldi M., Greco M., Cricelli L. A Conceptual Model of Intellectual Property Protection Strategies and Open Innovation // Journal of Business Research. 2021. Vol. 123. pp. 156–164. DOI: 10.1016/j.jbusres.2020.09.043.
5. Kornilova I. N., Olikh L. A. Strategic Management of Intellectual Property of an Organization in the Context of the Process Approach // Business Inform. 2019. No. 11 (502). Pp. 99–107.
6. Chen Yanbo, Peng Boxun. Analysis of the Current State of Intellectual Property Management in Technological Small and Medium Enterprises and Discussion of Corresponding Strategies // China's Collective Economy. 2022. No. 14. Pp. 116–118.
7. Hoang H. T., Nguyen K. N., Tran T. T. The Impact of Innovations on the Exports of Vietnamese Enterprises in the Manufacturing and Processing Industry // Cogent: Economics and Finance. 2024. Vol. 12, No. 1. Article 2341637.
8. Li Hong, Wang Yunting, Wu Dongsun. The Mechanism of Influence of Patent Quality on Enterprise Export Competitiveness: A Study from a Knowledge Breadth Perspective // Studies of the World Economy. 2021. No. 1. pp. 32–46, 134.
9. de Oliveira R. T., Nguyen T., Lisch P., Verreyne M.-L., Indulska M. Exporting as a Way to Unlock Constraints and Learn: Vietnamese Manufacturing Enterprises in Global Value Chains // Journal of World Business. 2021. Vol. 56, No. 4. Article 101227.
10. Nguyen-Anh T., Hoang-Duc K., Nguyen-Thi-Thuy L., Vu-Tien V., Nguyen-Dinh U., To-The N. Do Intangible Assets Contribute to Firm Performance? Empirical evidence on small and medium-sized enterprises in agriculture, forestry and fisheries in Vietnam // Journal of Innovation and Knowledge. 2022. Vol. 7, No. 3. Article 100194.
11. Alekseeva E.V., Mazur N.Z. Intellectual property as an object of management in the innovative activities of an enterprise // Issues of Innovation Economics. 2020. Vol. 10, No. 2. pp. 823–840.
12. Xie P.-N. Strategic patenting by small firms // California Management Review. 2013. Vol. 55, No. 4. pp. 144–161.
13. Bogers M. The paradox of open innovation: knowledge sharing and protection in R&D collaboration // European Journal of Innovation Management. 2011. Vol. 14, No. 1, pp. 93–117.
14. Somaiya, D. Patent Strategy and Management: An Integrative Review and Research Agenda // Journal of Management. 2012. Vol. 38, No. 4, pp. 1084–1114.
15. Burkšaitienė, D., and Damaševičius, R. Commercialization of Intellectual Property: The Path from University to Market // Entrepreneurship and Sustainable Development. 2020. Vol. 8, No. 2, pp. 152–170.

Потенциал развития биогазовой индустрии в Бразилии

Попадько Наталия Владимировна
к.т.н., доцент кафедры стратегического управления ТЭК, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», popadko.n@gubkin.ru

Серапиао Александра Карлосовна
студент, Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», s.serapiao@yandex.ru

Бразилия, традиционно считающаяся мировым лидером в области «зеленой» энергетики благодаря гидроэнергетике и биоэнергетике, сегодня стоит на пороге новой энергетической революции. Бразильская биоэнергетика, ориентированная на производство жидкого биотоплива - биоэтанола и биодизеля, переключает свое внимание на биогаз, потенциал которого остается не до конца раскрытым.
В настоящей статье рассмотрены предпосылки развития биогазовой энергетики в Бразилии, проанализирована текущая ситуация в биогазовой индустрии и оценены перспективы развития биометанового сектора.
Бразилия имеет высокий потенциал развития биогазового сектора, поскольку исследование показало значимость биогаза и биометана для решения экологических, логистических и экономических проблем страны.
Ключевые слова: Бразилия, биометан, биогазовая индустрия, климатические обязательства, логистическая независимость, углеродные сертификаты, ценовой индекс.

Эволюция развития биогазовой индустрии

Интерес к биогазу в Бразилии начал активно формироваться в конце первого десятилетия XXI века. Ключевым импульсом стало принятие в 2010 году Национальной политики в области твердых отходов. Закон обязал муниципалитеты и промышленные предприятия эффективно утилизировать органические отходы, решая проблему загрязнения окружающей среды отходами за счет поиска новых технологических решений.

В Бразилии, как и в других странах мира, ведется интенсивная сельскохозяйственная и промышленная деятельность, а также растет городское население, что приводит к образованию больших объемов органических отходов, которые необходимо утилизировать. Распространенной практикой в стране было размещение и захоронение органических отходов в специально оборудованных хранилищах, однако принятие в 2020 году закона о ликвидации открытых свалок стимулировало регионы к развитию технологий переработки органических отходов в биогаз [3, 4].

Кроме того, Бразилия приняла на себя ряд климатических обязательств, таких как: сокращение выбросов парниковых газов на 37% к 2025 году и на 43% к 2030 году по сравнению с уровнем 2005 года, сокращение выбросов метана на 30% к 2030 году, утроение использования возобновляемых источников энергии, а также внедрение планов устойчивого развития для снижения воздействия аграрного сектора (основного источника выбросов парниковых газов в стране) [5]. Принятые национальные климатические обязательства стали одним из основных драйверов развития рынка биогаза.

Помимо вопросов климатической повестки биогаз решает ряд фундаментальных задач: диверсификация национального энергобаланса, газоснабжение регионов, логистическая независимость, утилизация значительных объёмов отходов, улучшение экологической обстановки, решение социальных проблем.

Структура потребления энергоресурсов по источникам представлена на рисунке 1.

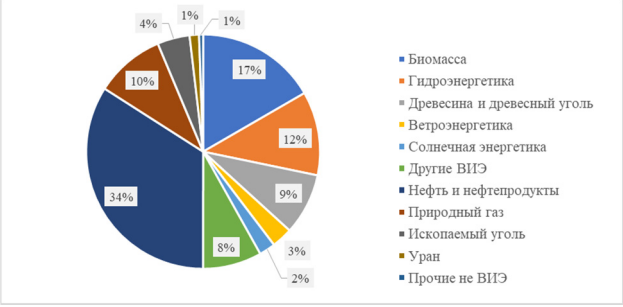


Рисунок 1 – Структура потребления первичной энергии Бразилии по источникам, 2024 г., %
Источник: составлено авторами на основе [10]

Несмотря на наличие в стране собственных углеводородных и угольных ресурсов, производство данных энергоресурсов отстает от уровня потребления. Основные запасы бразильского природного газа расположены на шельфе, для энергообеспечения газом регионов страны требуется строительство газопроводов через всю страну. Производство биогаза позволит обеспечить энергетическую независимость отдаленных регионов страны, поскольку биогаз может производиться «прямо на месте», решая вопрос энергообеспечения без значительных финансовых вложений в строительство газопроводов через всю страну.

Бразилия, являясь одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной продукции в мире [1], производит значительное количество сельскохозяйственных отходов, которые могут стать сырьем для биогазовой индустрии. Ежегодно в Бразилии в среднем образуется около 200 млн тонн органических отходов, из которых можно произвести 84,6 млрд куб. м биогаза в год, подобный потенциал делает Бразилию мировым лидером в данном секторе.

Основная сырьевая база производства сосредоточена в четырех ключевых секторах: отходы сахарного производства (жмых сахарного тростника и солома сахарного тростника), агропромышленные отходы (соя, кукуруза, маниока, а также отходы скотобоен и пищевой промышленности), животноводческие отходы, городские отходы и твердые коммунальные (бытовые) отходы.

Биогаз в Бразилии производится методом анаэробного сбраживания, то есть разложения органического вещества бактериями в отсутствие

кислорода. В ходе процесса брожения образуется два ключевых продукта, каждый из которых обладает высокой ценностью: непосредственно биогаз и ферментированный остаток.

Биогаз представляет собой смесь метана, углекислого газа и других компонентов, которая используется для производства электрической и тепловой энергии на когенерационных установках. Получаемая энергия может использоваться для обеспечения собственных нужд сельскохозяйственных или иных предприятий, или направляться в общую государственную сеть.

Другим, более технологичным направлением применения биогаза является его глубокая очистка от примесей и углекислого газа, в результате чего получают биометан. По своим физико-химическим свойствам он почти не отличается от природного газа, что позволяет интегрировать биометан в существующую газовую инфраструктуру. Кроме того, данный продукт можно использовать в качестве экологически чистого моторного топлива для грузового транспорта и сельскохозяйственной техники, позволяя существенно снизить зависимость от нефтепродуктов и сократить объемы выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу.

Ферментированный остаток анаэробного сбраживания, в свою очередь, является высококачественным органическим удобрением, которое высоко востребовано сельскохозяйственной отраслью, поскольку является продуктом биологического происхождения, повышает урожайность и качество продукции, одновременно снижая зависимость предприятий от импортных химических удобрений. Проблемы утилизации отходов удалось трансформировать в дополнительные доходы для производителей биогаза.

Первые биогазовые проекты были реализованы на полигонах твердых коммунальных отходов (ТКО) для снижения выбросов метана, но вскоре стало очевидно, что биогаз в Бразилии может стать полноценным участником энергетического рынка, обеспечивая децентрализованную генерацию электроэнергии в отдаленных сельскохозяйственных регионах.

Рост числа заводов по производству биогаза, зарегистрированных в базе Biogasmap, за последние десять лет составил около 87%. Особо интенсивный рост производства отмечен в период с 2020 по 2025 год (Рисунок 2).

Рисунок 2 – Развитие биогазового сектора в период с 2015 по 2025 гг.
Источник: [7]

Рост биогазовых мощностей обусловлен благоприятными условиями для отрасли, прежде всего прогрессу в области национального регулирования. В 2017 году в Бразилии была создана государственная программа RenovaBio, направленная на снижение выбросов углекислого газа за счет использования биотоплива [2]. В рамках данной программы реализуется выпуск углеродных сертификатов (CBIOs), которые выдаются производителям биотоплива, а потом продаются на бирже дистрибьюторам ископаемого топлива, что позволяет производителям получать дополнительный доход и ускорять энергетический переход. Кроме того, национальный банк социально-экономического развития предоставляет льготное финансирование и субсидии при строительстве биогазовых заводов (установок), которые могут достигать 50% от общей стоимости всего проекта. Стоит отметить, что проекты в области биогаза и биометана включены в специальный режим стимулирования развития инфраструктуры, что позволяет существенно снизить капитальные затраты для производителей биогаза [2, 6].

Согласно отчету CIBiogas - института науки и технологий, занимающегося развитием биогаза как чистого и конкурентоспособного энергетического ресурса - заводы (установки), введённые в эксплуатацию в 2024 году, имеют среднюю установленную мощность в два раза выше, чем в предыдущие годы. На 2024 год в Бразилии насчитывается 1633 завода по производству биогаза, 1587 из которых сейчас работают и 46 из них постепенно вводятся в эксплуатацию (рисунок 2). Число новых заводов выросло на 18% по сравнению с 2023 годом. Установленная производственная мощность в 2024 году составила 641 млн куб. м в год, что на 16% превышает показатель предыдущего года [7].

Отличительной особенностью сельскохозяйственного сектора и сектора животноводства является большое количество небольших биогазовых установок, которые установлены рядом с источниками сырья, что характеризуется самой низкой производственной мощности в этом секторе по сравнению с другими секторами. Однако стоит отметить, что с 2022 года сектор нарастил установленную мощность примерно на 70%, что свидетельствует о тенденции постепенного роста.

Для сектора ТКО 2024 год стал самым показательным и успешным: количество новых биогазовых установок обеспечило прирост общего числа предприятий сектора на 33%, в то время как производственная мощность увеличилась примерно на 16% (Рисунок 3).

63% биогаза в Бразилии получают из ТКО, тогда как объем биогаза, производимого из агропромышленных и сахарных отходов, примерно одинаков. Рассматривая направления использования биогаза, стоит отметить, что 4% используется для выработки тепловой энергии, 59% - для генерации электроэнергии, а оставшиеся 37% очищаются до биометана [7].

Рисунок 3 – Производственная мощность и число предприятий производства биогаза по типам сырья в 2024 году
Источник: составлено авторами на основе [7]

Региональные особенности производства биогаза

Производство биогаза является экономически рентабельным и эффективным именно в агропромышленных регионах Бразилии, из-за чего географическое распределение биогазовых мощностей в стране достаточно неравномерное. На текущий момент лидерство удерживают южные и юго-восточные регионы страны, однако причины этого доминирования в каждом случае отличаются.

На рисунке 4 представлены данные по производственным мощностям биогазовых установок штатов Бразилии за 2023 и 2024 гг. Можно увидеть, что Сан-Паулу обладает наибольшей производственной мощностью биогазовых заводов, тогда как максимальный рост производственных мощностей отмечен в штате Парана.

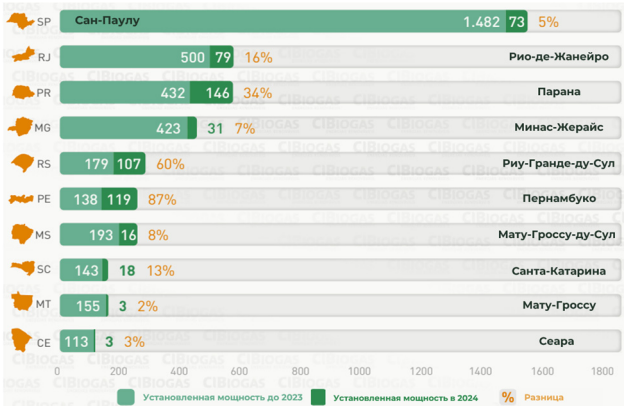


Рисунок 4 – Производственные мощности биогазовых установок в различных штатах Бразилии
Источник: [7]

Юго-Восточный регион, который включает в себя такие ключевые штаты, как Сан-Паулу и Минас-Жерайс, является абсолютным лидером

по объемам производства биогаза, что напрямую связано с развитым сахарным производством. Штат Сан-Паулу, в частности, является лидером по выращиванию сахарного тростника в Бразилии, производя более 50% от его общего объема [7]. Экономическая целесообразность строительства биогазовых установок здесь выше за счет эффекта масштаба: один крупный завод может обеспечить сырьем установку промышленной мощности, способную выдавать десятки мегаватт электроэнергии или тысячи кубометров биометана в сутки. Также важно отметить, что развитая электросеть и сеть газопроводов на юго-востоке страны облегчают интеграцию биогаза в национальный энергобаланс. Для металлургических, химических и керамических предприятий региона биометан становится ключевым инструментом декарбонизации, позволяя замещать ископаемый природный газ без изменения производственных процессов.

Ключевыми штатами южного региона являются Парана, Санта-Катарина и Риу-Гранде-ду-Сул. Данный регион занимает второе место по количеству биогазовых установок, однако здесь преобладает производства из отходов животноводства, так как регион является центром свиноводства и птицеводства в Бразилии. В отличие от Сан-Паулу в южных регионах превалируют именно малые и средние установки на базе ферм или кооперативов. На 2024 год в штате Парана находилось наибольшее количество установок по производству биогаза в энергетических целях [7]. Из этого можно сделать вывод, что для южных штатов биогаз используется именно для выработки электроэнергии и тепла непосредственно на местах его производства. Данная тенденция объясняется тем, что крупные агропромышленные комплексы в регионе расположены в удалении от крупных энергетических узлов, поэтому использование биогаза позволяет им не только застраховаться от перебоев в сети и роста тарифов, но и существенно снизить себестоимость продукции.

Центральный и западный регионы Бразилии считаются наиболее перспективными для дальнейшего развития биогазовой индустрии, поскольку в них сосредоточены крупнейшие площади посевов кукурузы и сои. В этих регионах агропромышленные отходы используются для производства именно биометана. Регион сильно зависит от импортного дизельного топлива, из-за того, что расстояния между агропромышленными комплексами и регионами сбыта достаточно большие. Однако цена дизельного топлива волатильна, что сильно влияет на конечную цену экспортного продукта – сои. Создание сети биогазовых заправок на базе крупных агрохолдингов позволяет переводить логистические потоки на собственное топливо. Это создает уникальное конкурентное преимущество: энергия, полученная из отходов, напрямую снижает затраты на транспортировку урожая до портов или перерабатывающих центров. Однако менее развитая энергетическая инфраструктура делает логистику биометана более сложной и дорогой, что сильно ограничивает темпы роста сектора.

Потенциал развития индустрии биометана

Биометан производится путем очистки биогаза от примесей и углекислого газа. Биометан является экологически чистым возобновляемым газом, содержащим более 95% метана, из-за чего он является полным аналогом ископаемого природного газа по физико-химическим характеристикам. Именно поэтому в Бразилии биометан рассматривается в качестве перспективного возобновляемого топлива, которое постепенно интегрируется в существующую газораспределительную сеть.

На данный момент по данным отчета организации CIBiogas в Бразилии насчитывается всего 54 завода, способных очищать биогаз до биометана. При этом лишь 12 из них имеют разрешение Национального агентства нефти, природного газа и биотоплива (ANP) на продажу биометана. Из этих двенадцати пять заводов используют в качестве сырья отходы сахарной и этаноловой промышленности [7, 8].

Исходя из данных статистики биометан используется преимущественно для генерации электроэнергии и тепла. Но биометан также может быть использован для замещения природного газа на промышленных предприятиях, включая химическую, пищевую и цементную отрасли, что позволит Бразилии постепенно сокращать зависимость от ископаемых энергоносителей. Наибольшее внимание заслуживает использование биометана в качестве моторных топлив (замещая дизельное топливо и бензин), поскольку зачастую производители биометана являются и его потребителями, что способствует снижению затрат на горючее и выбросов от транспортных средств.

Данные таблицы 1 демонстрируют высокую эффективность биометана в качестве моторного топлива по сравнению с традиционным дизелем и компримированным природным газом (КПГ). Это означает, что в будущем при расширении производства биометана определенные регионы страны станут менее зависимы от ископаемого топлива.

Таблица 1

Расчетные затраты и углеродоемкость различных видов топлив в Бразилии, 2025 г.

Вид топлива	Дизельное топливо	КПГ	Биометан
Единица измерения	литр	куб. м	куб. м
Цена за единицу, бр. реал	6,10	4,52	3,39
Преодоленная дистанция, км/единицу топлива	2	1,5	1,5
Цена топлива, бр. реал/км	3,05	3,01	2,26
Выбросы CO_2, гCO_2eq/МДж	78,2	8,4	8,4

Источник: составлено авторами на основе [9]

Необходимо рассмотреть механизм формирования итоговой цены на биометан. Цена формируется под воздействием нескольких ключевых факторов, включая стоимость сырья, затраты на производство и очистку биогаза, на цену влияют особенности государственного регулирования и рыночные механизмы спроса и предложения.

Зачастую ценообразование несло преимущественно индивидуальный характер и итоговые цены формировались на основе двухсторонних контрактов между производителем и потребителем (промышленные предприятия, коммунальные сети или же транспортные компании).

В начальный период при ценообразовании отрасль ориентировалась на цены сжиженных углеводородных газов (СУГ) поскольку оборудование для их использования требует минимальных модификаций для перехода на биометан. Однако рынок СУГ значительно более устоявшийся и ликвидный по сравнению с рынком биометана.

Однако в начале 2024 года ценовое агенство «Argus» запустило 3 ежедневных ценовых индекса: один для Рио-де-Жанейро, другой для севера Сан-Паулу и третий для юга Сан-Паулу. Они были созданы для обеспечения прозрачности развивающегося рынка возобновляемого природного газа на фоне того, как спрос начал превышать предложение. Они представляют собой цену поставки биометана в распределительную сеть без учёта стоимости транспортировки. Итоговая цена складывается из двух частей: первая отражает средние затраты распределительных компаний на приобретение ископаемого газа в данном регионе, а вторая представляет собой «зелёную» премию (надбавку за экологичность). Запуск ценовых индексов был спровоцирован наращиванием производства такими крупными компаниями как Gas Verde и Zeg Biogas и расширением использования автомобилей на КПГ в ряде регионов Бразилии [11].

Перспективы развития биогаза и биометана в Бразилии определяются сочетанием нескольких факторов, таких как: устойчивая сырьевая база, наличие современных технологий переработки органических отходов и государственная поддержка в рамках программ по стимулированию возобновляемой энергетики, таких как RenovaBio, например [12, 13]. Значительный сырьевой потенциал, обеспечиваемый сахарным, агропромышленным, животноводческим секторами и ТКО, создает возможность для масштабного производства биогаза и его дальнейшей очистки до биометана. Регуляторные меры, включая возможность выпуска углеродных сертификатов CBio, повышают экономическую привлекательность отрасли для внешних инвесторов, что в свою очередь создает условия для ее дальнейшего устойчивого развития.

Заключение

Дальнейшее развитие сектора биогаза и биометана обеспечивает значительные экологические и экономические преимущества для Бразилии. Использование возобновляемого природного газа позволяет снизить выбросы парниковых газов, замещая ископаемое топливо в промышленности и на транспорте, а также стимулирует локальные производства и тем самым решает социальные проблемы, создавая новые рабочие места.

Опыт Бразилии в производстве биометана и его интеграции в национальный энергетический баланс может быть распространён на другие страны, особенно на те, у которых развит агропромышленный комплекс, но в то же время страны не обладают достаточными объемами ископаемых топлив.

Модель углеродного стимулирования и внедрения биометана в существующую газовую инфраструктуру может служить примером успешной практики декарбонизации энергетики за счет применения возобновляемых энергетических ресурсов.

Литература

1. THE GLOBAL TRIBUNE, «Brazilian agriculture: production, exports, imports». URL: https://globaltribune.net/brazilian-agriculture-production-exports-imports
2. Unica, «Renova Bio». URL: https://unica.com.br/iniciativas/renovabio/
3. Бразильская ассоциация биогаза и биометана (ABiogás), «O biometano em São Paulo: potencial e medidas para alavancar a produção». URL: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2025/06/O-Biometano-em-Sao-Paulo_Potencial-e-Medidas-para-alavancar-a-producao_Sumario-Executivo-2025.pdf
4. Бразильская ассоциация биогаза и биометана (ABiogás), «Redução de Emissões e Geração de Emprego – GEF Biogás Brasil». URL: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/protectedfiles/Redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Emiss%C3%B5es%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Emprego%20-%20GEF%20Biog%C3%A1s%20Brasil.pdf
5. Всемирная организация биоэнергетики (World bioenergy association), «BRAZIL: POWERING THE TRANSITION THROUGH BIOENERGY LEADERSHIP». URL: https://www.worldbioenergy.org/uploads/Brazil%20White%20Paper.pdf
6. Всемирная организация биоэнергетики (World bioenergy association), «Brazil advances with a new regulatory framework for biofuels». URL: https://www.worldbiogasassociation.org/brazil-advances-with-a-new-regulatory-framework-for-biofuels/
7. Институт науки и технологий биогаза (Centro Internacional de Energias Renováveis, Biogás, CIBiogas), «Panorama de biogás 2024». URL: file:///C:/Users/asus/Downloads/Telegram%20Desktop/PANORAMA-DO-BIOGAS-2024%20(1).pdf
8. Институт науки и технологий биогаза (Centro Internacional de Energias Renováveis, Biogás, CIBiogas), «Panorama do biometano setor sucroenergético». URL: Panorama de Biometano - v3
9. Кооперативный банк Нидерландов - Rabobank, «Biomethane and Brazil's cane sector Part 1: biomethane and gas backgrounder». URL: https://www.rabobank.com/knowledge/q011486966-biomethane-and-brazils-cane-sector-part-1-biomethane-and-gas-backgrounder
10. Краткий отчет Организации энергетических исследований Бразилии 2025 (Empresa de Pesquisa Energética – «BEN 2025»). URL: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-767/BEN_S%C3%ADntese_2025_EN.pdf
11. Международное независимое ценовое агентство Argus, «Brazil biomethane parity prices R2.43-2.79: Correction». URL: https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2541917-brazil-biomethane-parity-prices-r2.43-2.79-correction
12. Международное энергетическое агентство - Биоэнергетика (IEA Bioenergy), «Implementation of bioenergy in Brazil – 2024 update». URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2024/12/CountryReport2024_Brazil_final.pdf
13. Международное энергетическое агентство (International Energy Agency), «Outlook for Biogas and Biomethane». URL: Outlook for Biogas and Biomethane – Analysis - IEA

Potential for the development of the biogas industry in Brazil

Popadko N.V., Serapiao A.K.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

Brazil, traditionally considered a global leader in green energy due to its hydroelectric and bioenergy sectors, is now on the verge of a new energy revolution.

The Brazilian bioenergy industry, focused on producing liquid biofuels such as bioethanol and biodiesel, is shifting its attention to biogas, which has yet to be fully explored.

This article explores the background of biogas development in Brazil, analyzes the current state of the biogas industry, and assesses the potential of the biomethane sector.

Brazil has a high potential for the development of the biogas and biomethane sectors, as the analysis shows that they are important for solving the country's environmental, economic, and logistical challenges.

Keywords: Brazil, biomethane, biogas industry, climate commitments, logistical independence, carbon certificates, and price index.

References

1. THE GLOBAL TRIBUNE, «Brazilian agriculture: production, exports, imports». URL: https://globaltribune.net/brazilian-agriculture-production-exports-imports
2. Unica, «RenovaBio». URL: https://unica.com.br/iniciativas/renovabio/
3. ABiogás, «O biometano em São Paulo: potencial e medidas para alavancar a produção». URL: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/2025/06/O-Biometano-em-Sao-Paulo_Potencial-e-Medidas-para-alavancar-a-producao_Sumario-Executivo-2025.pdf
4. ABiogás, «Redução de Emissões e Geração de Emprego – GEF Biogás Brasil». URL: https://abiogas.org.br/wp-content/uploads/protectedfiles/Redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20Emiss%C3%B5es%20e%20Gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Emprego%20-%20GEF%20Biog%C3%A1s%20Brasil.pdf
5. World bioenergy association, «BRAZIL: POWERING THE TRANSITION THROUGH BIOENERGY LEADERSHIP». URL: https://www.worldbioenergy.org/uploads/Brazil%20White%20Paper.pdf
6. World bioenergy association, «Brazil advances with a new regulatory framework for biofuels». URL: https://www.worldbiogasassociation.org/brazil-advances-with-a-new-regulatory-framework-for-biofuels/
7. Centro Internacional de Energias Renováveis, Biogás, CIBiogas, «Panorama de biogás 2024». URL: file:///C:/Users/asus/Downloads/Telegram%20Desktop/PANORAMA-DO-BIOGAS-2024%20(1).pdf
8. Centro Internacional de Energias Renováveis, Biogás, CIBiogas, «Panorama do biometano setor sucroenergético». URL: Panorama de Biometano - v3
9. Rabobank, «Biomethane and Brazil's cane sector Part 1: biomethane and gas backgrounder». URL: https://www.rabobank.com/knowledge/q011486966-biomethane-and-brazils-cane-sector-part-1-biomethane-and-gas-backgrounder
10. Empresa de Pesquisa Energética – «BEN 2025». URL: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-885/topico-767/BEN_S%C3%ADntese_2025_EN.pdf
11. Argus, «Brazil biomethane parity prices R2.43-2.79: Correction». URL: https://www.argusmedia.com/en/news-and-insights/latest-market-news/2541917-brazil-biomethane-parity-prices-r2.43-2.79-correction
12. International Energy Agency Bioenergy, «Implementation of bioenergy in Brazil – 2024 update». URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2024/12/CountryReport2024_Brazil_final.pdf
13. International Energy Agency, «Outlook for Biogas and Biomethane». URL: Outlook for Biogas and Biomethane – Analysis - IEA

Азербайджан как ключевой игрок в каспийско-черноморском энергетическом коридоре: анализ газовой дипломатии и региональных энергетических проектов

Попадько Наталия Владимировна
к.т.н., доцент кафедры стратегического управления топливно-энергетическим комплексом, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, popadko.n@gubkin.ru

Полаева Гозель Байгельдыевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического управления топливно-энергетическим комплексом, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, polayeva.g@gubkin.ru

Гезалов Нихат Ариз оглы
магистрант, факультет международного энергетического бизнеса Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина, nihatarizoglu@mail.ru

Статья посвящена исследованию роли Азербайджана в формировании и функционировании Каспийско-Черноморского энергетического коридора — системы транспортной и трубопроводной инфраструктуры, связывающей каспийские углеводородные ресурсы с европейскими рынками. На основе анализа ключевых энергетических проектов, дипломатических соглашений и динамики экспортных поставок рассматривается трансформация Азербайджана от молодого постсоветского государства к одному из центральных акторов глобальной энергетической архитектуры. Особое внимание уделяется Южному газовому коридору (ЮГК) как инфраструктурной основе азербайджанской газовой дипломатии, а также перспективам расширения поставок с учётом задач энергетической диверсификации Европейского союза.
Ключевые слова: Азербайджан, Каспийско-Черноморский энергетический коридор, газовая дипломатия, Южный газовый коридор, TANAP, TAP, SOCAR, энергетическая безопасность, диверсификация поставок, ЮГК.

Введение

Геополитические трансформации последних лет обострили проблему энергетической зависимости европейских государств в беспрецедентной мере. Украинский кризис 2022 года ускорил переориентацию энергетической политики ЕС: доля российского газа в европейском импорте, составлявшая около 40%, начала стремительно сокращаться, что потребовало немедленного поиска альтернативных поставщиков. В этих условиях Каспийский регион, и прежде всего Азербайджан, приобрёл для европейских стран значение, которое трудно переоценить [1].

Азербайджанская Республика занимает уникальное географическое положение — на пересечении транзитных маршрутов между Востоком и Западом, Центральной Азией и Европой. Располагая подтверждёнными запасами природного газа в объёме 2,6 триллиона кубометров и прогнозными запасами около 3 триллионов кубометров, страна располагает ресурсным потенциалом, достаточным для долгосрочных экспортных обязательств [2]. При этом Азербайджан последовательно формирует разветвлённую инфраструктуру поставок, превращая себя не просто в экспортёра, но и в транзитный узел между каспийскими производителями и европейскими потребителями. Актуальность изучения азербайджанской газовой дипломатии и роли этой страны в Каспийско-Черноморском энергетическом коридоре обусловлена как необходимостью глубокого понимания происходящей реструктуризации европейского энергетического рынка, так и важностью оценки долгосрочных перспектив энергетического сотрудничества ЕС — Азербайджан.

Цель и задачи исследования

Целью настоящего исследования является комплексный анализ роли Азербайджана как ключевого участника Каспийско-Черноморского энергетического коридора, включая оценку реализованных и перспективных проектов газовой инфраструктуры, инструментов дипломатического взаимодействия и динамики поставок на европейский рынок.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: изучить историческую эволюцию энергетической стратегии Азербайджана начиная с 1994 года; проанализировать архитектуру Южного газового коридора и его компонентов — Южно-Кавказского трубопровода, TANAP и TAP; охарактеризовать ключевые дипломатические инструменты, применяемые Баку в энергетической сфере; оценить объёмы и направления экспорта азербайджанского газа в динамике; выявить перспективы дальнейшего расширения ЮГК и роли Азербайджана как транзитного государства.

Методология исследования

Исследование построено на сочетании нескольких научных подходов. Системный подход позволяет рассматривать энергетическую политику Азербайджана как целостную совокупность взаимосвязанных элементов — ресурсного потенциала, инфраструктурных проектов, дипломатических механизмов и внешнеполитических ориентиров. Историко-генетический метод применяется для анализа поэтапного становления азербайджанской нефтегазовой стратегии с момента подписания «Контракта века» в 1994 году. Сравнительный метод задействуется при сопоставлении объёмов экспорта, конкурентных маршрутов поставок и позиций различных европейских стран как потребителей азербайджанского газа. Геополитический анализ обеспечивает понимание интересов внерегиональных игроков — США, ЕС, России и Турции — в формировании трубопроводной архитектуры Каспийского региона [7]. Наконец, системный анализ статистических данных по объёмам добычи и экспорта углеводородов даёт возможность оценить фактическое положение Азербайджана на европейском газовом рынке.

Результаты исследования, их теоретическая и практическая значимость

С теоретической точки зрения положение Азербайджана в каспийско-черноморском энергетическом пространстве наиболее полно осмысляется через концепцию «энергетического государства» — актора, для которого контроль над углеводородными ресурсами и маршрутами их транспортировки выступает главным инструментом формирования

внешнеполитического веса, привлечения иностранных инвестиций и обеспечения национальной экономической устойчивости. Принципиально важным моментом для новых прикаспийских государств, появившихся после распада СССР, стало формирование экспортных трубопроводов в широтном направлении, которые должны были прийти на смену трубопроводной архитектуре советского периода, выстроенной по оси север — юг исключительно в интересах централизованного государства [7]. Изменение направленности энергетических потоков превратилось в одну из ключевых задач внешней и внутренней политики прикаспийских государств, поскольку именно экспортная ориентация углеводородного сектора открывала доступ к иностранным технологиям и капиталу, без которых самостоятельное освоение каспийских месторождений было практически невозможно.

В этом контексте борьба вокруг трубопроводных маршрутов, развернувшаяся со второй половины 1990-х годов, перестала быть сугубо экономическим соперничеством и превратилась в геополитическую борьбу за стратегию развития Каспийского региона и Центральной Азии [7]. В неё активно включились как прикаспийские государства, так и крупные внерегиональные игроки — США, ЕС, Россия, Китай. Каждый из этих акторов преследовал собственную логику: Россия стремилась сохранить контроль над транзитными маршрутами как инструментом политического влияния на постсоветское пространство; США, напротив, последовательно отстаивали принцип диверсификации, продвигая идею «многосторонних трубопроводов» и добиваясь того, чтобы новый энергетический каркас региона был децентрализованным и не замыкался на российской территории; ЕС руководствовался задачей повышения надёжности и разнообразия импортных поставок с учётом уязвимости, обнажённой газовыми кризисами 2006 и 2009 годов [8].

В академической литературе по данной теме принято выделять несколько функциональных уровней, на которых действует энергетическая дипломатия малого или среднего государства, обладающего значительными ресурсами: ресурсный уровень (наличие запасов и технических возможностей их добычи), инфраструктурный (строительство и управление трубопроводами, терминалами, интерконнекторами), договорно-правовой (заключение соглашений о разделе продукции, долгосрочных контрактов на поставку, межправительственных меморандумов и концессионных соглашений) и, наконец, геополитический уровень (использование энергетики как инструмента позиционирования в международных отношениях, формирования коалиций и сдерживания давления со стороны крупных держав) [9]. Последовательная работа на всех четырёх уровнях одновременно — отличительная черта азербайджанской стратегии, выгодно отличающая её от подходов ряда других ресурснобогатых постсоветских государств, сосредоточившихся исключительно на ресурсном и коммерческом измерениях.

С точки зрения теории региональных комплексов безопасности, энергетический коридор Восток — Запад, включающий Азербайджан, Грузию и Турцию, образует устойчивый функциональный субкомплекс, чьи внутренние связи определяются не столько военно-политическими обязательствами, сколько совместными инфраструктурными проектами и конвергирующими коммерческими интересами. Именно эта логика объясняет долгосрочную устойчивость трёхстороннего сотрудничества — несмотря на периодически возникающие политические разногласия в смежных вопросах: все три государства объективно заинтересованы в бесперебойном функционировании совместно выстроенной инфраструктуры и не могут позволить себе разрушить её ради сиюминутных политических выгод [3].

Следует также отметить значение концепции «энергетической взаимозависимости» применительно к азербайджано-европейским отношениям. В классической теории международных отношений взаимозависимость рассматривается как фактор, снижающий вероятность конфликта между государствами: чем глубже экономические связи, тем выше издержки их разрыва для обеих сторон. В энергетической сфере эта логика работает особым образом: поставщик заинтересован в стабильных доходах и долгосрочных контрактах, потребитель — в надёжности и ценовой предсказуемости поставок. Именно взаимная заинтересованность, а не одностороннее давление, лежит в основе азербайджано-европейского партнёрства. Уже в 2011 году Азербайджан и ЕС подписали совместную декларацию по Южному газовому коридору, зафиксировав принципиальный политический консенсус относительно значимости проекта для обеих сторон [8]. В дальнейшем эта взаимозависимость только углублялась — по мере того как наращивались объёмы поставок и расширялась география европейских потребителей азербайджанского газа.

Принципиально важным теоретическим выводом является и то, что азербайджанская энергетическая политика не замыкается на двусторонних отношениях с конкретными покупателями, а выстраивается как многоуровневая сетевая система взаимодействий: с государствами-потребителями газа, с транзитными странами, с международными финансовыми институтами — Всемирным банком, ЕБРР и Азиатским банком инфраструктурных инвестиций, с транснациональными нефтегазовыми корпорациями и с наднациональными структурами в лице Европейского союза [6]. Такая архитектура обеспечивает Азербайджану значительно большую переговорную устойчивость по сравнению с государством, зависящим от единственного покупателя или единственного транзитного маршрута. Диверсификация партнёрской базы одновременно снижает геополитические риски и повышает инвестиционную привлекательность страны: показательно, что общий объём иностранных инвестиций, вложенных в Азербайджан, превысил 180 млрд долларов, а международные рейтинговые агентства Moody's и Fitch присвоили суверенному кредитному рейтингу страны инвестиционный уровень [10].

Наконец, в теоретическом отношении заслуживает отдельного внимания трансформация самой природы энергетической дипломатии в условиях глобального энергетического перехода. Если прежде газовая дипломатия сводилась преимущественно к управлению углеводородными потоками и борьбе за долю рынка, то сегодня она всё в большей мере включает измерение, связанное с декарбонизацией: позиционирование природного газа как «переходного топлива», развитие потенциала производства водорода и экспорта возобновляемой электроэнергии, участие в климатических переговорах. Азербайджан осознанно движется в этом направлении, формируя образ государства, которое одновременно является надёжным поставщиком традиционных энергоресурсов и активным участником низкоуглеродного перехода, — тем самым обеспечивая себе востребованность вне зависимости от того, по какому сценарию будет развиваться европейская энергетика в долгосрочной перспективе [6].

Практическим фундаментом всей азербайджанской энергетической стратегии стал «Контракт века» — соглашение, подписанное 20 сентября 1994 года между SOCAR и 11 ведущими нефтяными компаниями мира из семи государств о совместной разработке блока месторождений «Азери — Чираг — Гюнешли» (АЧГ). Соглашение на сумму 7,4 миллиарда долларов определило вектор развития страны на десятилетия вперёд: Азербайджан смог привлечь крупные зарубежные инвестиции и передовые технологии, заложив фундамент современной нефтегазовой отрасли [4]. К 2017 году, когда контракт был продлён до 2050 года, на месторождениях АЧГ было добыто около 3,2 миллиарда баррелей нефти при объёме инвестиций в 33 миллиарда долларов.

Параллельно с добычей нефти Азербайджан последовательно строил трубопроводную инфраструктуру: в 2006 году был введён в эксплуатацию нефтепровод Баку — Тбилиси — Джейхан, обеспечивший выход каспийской нефти на мировые рынки через турецкий средиземноморский порт. Южно-Кавказский газопровод (Баку — Тбилиси — Эрзурум), введённый в коммерческую эксплуатацию в 2007 году, стал прообразом и одновременно первым сегментом будущего Южного газового коридора [5].

Южный газовый коридор — крупнейший инфраструктурный проект XXI века — представляет собой единую систему из четырёх компонентов: газоконденсатное месторождение «Шах-Дениз» фаза II, расширение Южно-Кавказского трубопровода (ЮКТ), Трансанатолийский газопровод (TANAP) и Трансадриатический газопровод (TAP). Общая протяжённость коридора составляет около 3500 км. TANAP, крупнейший сегмент ЮГК, берёт начало у границы Грузии и Турции, пересекает всю территорию Турции и выходит к греческой границе, где стыкуется с TAP. TAP, в свою очередь, проходит через Грецию, Албанию, дно Адриатического моря и завершается в Италии [8].

Ниже представлена сводная характеристика (таблица 1) ключевых трубопроводных проектов, образующих Каспийско-Черноморский энергетический коридор.

Таблица 1

Ключевые трубопроводные проекты азербайджанского энергетического коридора

Проект	Маршрут	Протяжённость	Пропускная способность
Баку — Тбилиси — Джейхан (БТД)	Азербайджан — Грузия — Турция	~1768 км	до 1,2 млн барр./сут. (нефть)
Южно-Кавказский трубопровод (ЮКТ)	Баку — Тбилиси — Эрзурум	~692 км	20-25 млрд м³/год
TANAP	Эрзурум — Ипсала (Турция)	~1850 км	до 31 млрд м³/год
TAP	Греция — Албания — Италия	~878 км	10-20 млрд м³/год
IGB (Греция — Болгария)	Кавала — Стара-Загора	182,6 км	до 5,5 млрд м³/год

Источник: составлено авторами по данным [1; 2; 8]

Данные таблицы 1 наглядно демонстрируют масштаб созданной инфраструктуры и её охват: азербайджанский газ сегодня физически достигает потребителей в Грузии, Турции, Греции, Болгарии, Италии, Румынии, Венгрии, Сербии. Построенный интерконнектор IGB расширил возможности поставок на Балканский полуостров, что прежде являлось зоной практически монопольного присутствия российского «Газпрома». Торговля по ЮГК началась 31 декабря 2020 года, и за первые три года по коридору в Европу было поставлено более 31 миллиарда кубометров природного газа.

Динамика экспорта (таблица 2) азербайджанского газа в европейском направлении свидетельствует об устойчивом росте. В 2021 году поставки в Европу составляли 8 млрд кубометров; в 2022 году по итогам января — мая экспорт газа в европейском направлении вырос на 27% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года, а в 2023 году общий объём поставок достиг 11,5 млрд кубометров — рост на 46% относительно 2021 года [2]. Летом 2022 года Азербайджан и ЕС подписали меморандум о стратегическом партнёрстве в сфере энергетической безопасности, зафиксировав цель наращивания поставок до 20 млрд кубометров в год к 2027 году [2].

Таблица 2

Динамика экспорта азербайджанского природного газа в Европу

Год	Объём поставок в Европу (млрд м³)	Основные получатели
2021	8,0	Италия, Греция, Болгария
2022	11,0 (прогноз на год)	+ Румыния, Венгрия, Сербия
2023	11,5	Италия, Греция, Болгария, Румыния, Венгрия, Сербия
2027 (цель)	20,0	Расширенный периметр покупателей

Источник: составлено авторами по данным [1; 2; 10]

Анализ таблицы 2 показывает, что темп прироста поставок устойчиво опережает первоначальные проектные показатели TAP. При этом привлекательность азербайджанского газа для европейских покупателей определяется не только ценовой конкурентоспособностью, но и надёжностью: даже в период пандемии COVID-19, когда ряд поставщиков в одностороннем порядке разрывал контракты, Азербайджан выполнил все принятые обязательства в полном объёме [2].

Дипломатическое измерение азербайджанской энергетической политики не менее значимо, чем инфраструктурное. По инициативе президента Ильхама Алиева с 2015 года ежегодно проводятся министерские заседания в рамках Консультативного совета ЮГК — переговорной площадки, объединяющей представителей государств-транзитёров, государств-потребителей, международных финансовых институтов и крупнейших энергетических корпораций. В 2025 году состоялось уже десятое заседание Консультативного совета [10]. Параллельно ведётся активная двусторонняя дипломатия: подписание меморандума о взаимопонимании по сотрудничеству газотранспортных операторов Болгарии, Румынии, Венгрии, Словакии и SOCAR в апреле 2023 года существенно расширило географию газового сотрудничества в Центральной и Юго-Восточной Европе [10].

Знаковым свидетельством возросшего инвестиционного авторитета Азербайджана стало соглашение о продаже доли в ЗАО «Южный газовый коридор» компании XRG — международному инвестиционному подразделению Национальной нефтяной компании Абу-Даби (ADNOC). Документ подписан в присутствии президента Азербайджана и президента ОАЭ, что придало сделке выраженный политический и символический вес, выходящий за рамки чисто коммерческой операции [10].

Перспективным направлением развития коридора выступает подключение к нему Транскаспийской трубопроводной системы, которая открыла бы возможность транзита туркменского и казахстанского газа через Азербайджан. Туркменистан, располагающий четвёртыми по величине в мире запасами природного газа и в настоящее время полностью зависящий от китайского рынка как единственного крупного покупателя, объективно заинтересован в диверсификации экспортных маршрутов [8]. Реализация этого сценария превратила бы Азербайджан не просто в экспортёра собственного газа, но в полноценный регионального хаб — узловую точку каспийского газового транзита в европейском направлении.

Помимо газовой составляющей, Азербайджан последовательно наращивает потенциал в сфере возобновляемой энергетики. Подводный кабель через Чёрное море призван обеспечить поставки электроэнергии из Азербайджана через Грузию в Румынию с дальнейшим распределением по Центральной Европе. В ноябре 2023 года Азербайджан, Казахстан и Узбекистан договорились о создании совместного предприятия по экспорту «зелёной» энергии в Европу, формируя тем самым потенциал для занятия Баку позиции регионального лидера в нарождающейся водородной и ВИЭ-дипломатии [6].

Заключение

Азербайджан прошёл путь, немногим государствам посоветовавший столь последовательную трансформацию: от постсоветской республики с разрушенной экономикой и зависимостью от единственного советского трубопроводного маршрута — к одному из ключевых элементов европейской энергетической архитектуры. Принципиальный выбор в пользу привлечения международного частного капитала, сделанный в 1994 году с подписанием «Контракта века», задал логику всей последующей стратегии: прагматичное партнёрство с транснациональными корпорациями, встроенность в западные финансовые и политические механизмы, диверсификация как маршрутов экспорта, так и круга покупателей.

Южный газовый коридор в его нынешнем виде — это не просто трубопроводная система, а инфраструктурное воплощение многолетней дипломатической работы: переговоров с транзитёрами, заключения долгосрочных контрактов с покупателями, привлечения международного финансирования и согласования позиций с Европейской комиссией. Именно эта комплексность делает азербайджанское энергетическое присутствие в Европе устойчивым — не зависящим от конъюнктурных колебаний политических отношений с отдельными государствами.

Рост поставок с 8 до 11,5 млрд кубометров за два года, принятые обязательства по достижению отметки 20 млрд кубометров к 2027 году, активное расширение сети интерконнекторов, а также стратегические инвестиции в «зелёную» энергетику свидетельствуют о том, что Азербайджан выстраивает долгосрочную позицию не только газового поставщика, но и многофункционального энергетического партнёра Европы — того, кто будет востребован в любой фазе энергетического перехода.

Литература

1. Азербайджан становится одним из ключевых игроков на мировом энергетическом рынке. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://clck.ru/3Sneow (дата обращения: 27.03.2026).
2. Азербайджан: ключевой игрок в энергетической безопасности Европы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://ru.eureporter.co/world/azerbaijan-world/2024/04/29/azerbaijan-a-key-player-in-europes-energy-security/ (дата обращения: 27.03.2026).
3. Гончаров, М. С. Срединный коридор как фактор энергетических отношений стран Каспийского региона / М. С. Гончаров // Проблемы национальной стратегии. — 2025. — № 3(90). — С. 232-251. — DOI 10.52311/2079-3359_2025_3_232. — EDN ELGKXA.
4. Двадцать пять лет после «Контракта века»: последствия для каспийской энергетики. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://casp-geo.ru/25-let-posle-kontrakta-veka-posledstviya-dlya-kaspijskoj-energetiki/ (дата обращения: 27.03.2026).
5. Лала Гамидова Мехди Атакишиев, Л. Г. М. А. Новый газовый проект Азербайджана: стимул для регионального сотрудничества в энергетическом секторе / 2024. — Vol. 41, No. 06. — P. 316-328. — DOI 10.36962/pahtei41062024-35. — EDN VEIVOC.
6. Роль нефтегазовых компаний в глобальном энергопереходе. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://timeandworld.ru/economika-business/14058/ (дата обращения: 27.03.2026).
7. Трубопроводная игра в каспийском регионе. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://www.postsovietarea.com/jour/article/viewFile/28/29 (дата обращения: 09.06.2026).
8. Что Южный газовый коридор даст Европе, Баку и Анкаре. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://vestikavkaza.ru/analytics/CHto-YUzhnyy-gazovyy-koridor-dast-Evrope-Baku-i-Ankare.html (дата обращения: 27.03.2026).
9. Шахбанов, З. Ш. Каспийский регион в большой экономике и политике / Волжский государственный университет водного транспорта, 2024. — С. 831-835. — EDN ZGQFFT.
10. Энергетическая дипломатия Ильхама Алиева укрепляет глобальные инвестиционные позиции Азербайджана. [Электронный ресурс]. — Режим доступа. — URL: https://media.az/politika/energeticheskaya-diplomatiya-ilhama-alieva-ukreplyaet-globalnye-investicionnye-pozicii-azerbajdzhana (дата обращения: 27.03.2026).

Azerbaijan as a key player in the caspian-black sea energy corridor: analysis of gas diplomacy and regional energy projects

Popadko N.V., Polayeva G.B., Gezalov N.A.
Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines Azerbaijan's role in shaping and operating the Caspian-Black Sea energy corridor — a system of transport and pipeline infrastructure linking Caspian hydrocarbon resources to European markets. Based on the analysis of key energy projects, diplomatic agreements, and export supply dynamics, the article traces Azerbaijan's transformation from a young post-Soviet state to one of the central actors in the global energy architecture. Special attention is given to the Southern Gas Corridor (SGC) as the infrastructural foundation of Azerbaijani gas diplomacy, as well as to the prospects of expanding supplies in the context of European Union energy diversification goals.

Keywords: Azerbaijan, Caspian-Black Sea energy corridor, gas diplomacy, Southern Gas Corridor, TANAP, TAP, SOCAR, energy security, supply diversification, SGC.

References

1. Azerbaijan is becoming one of the key players in the global energy market. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://clck.ru/3Sneow (accessed: 03/27/2026).
2. Azerbaijan: a key player in Europe's energy security. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://ru.eureporter.co/world/azerbaijan-world/2024/04/29/azerbaijan-a-key-player-in-europes-energy-security / (date of access: 03/27/2026).
3. Goncharov, M. S. The Middle corridor as a factor of energy relations between the countries of the Caspian region / M. S. Goncharov // Problems of national strategy. — 2025. — № 3(90). — Pp. 232-251. — DOI 10.52311/2079-3359_2025_3_232. — EDN ELGKXA.
4. Twenty-five years after the "Contract of the Century": consequences for the Caspian energy sector. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://casp-geo.ru/25-let-posle-kontrakta-veka-posledstviya-dlya-kaspijskoj-energetiki / (date of access: 03/27/2026).
5. Lala Hamidova Mehdi Atakishiyev, L. G. M. A. Azerbaijan's new gas project: an incentive for regional cooperation in the energy sector / 2024. — Vol. 41, No. 06. — P. 316-328. — DOI 10.36962/pahtei41062024-35. — EDN VEIVOC.
6. The role of oil and gas companies in the global energy transition. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://timeandworld.ru/economika-business/14058 / (date of access: 03/27/2026).
7. Pipeline game in the Caspian region. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://www.postsovietarea.com/jour/article/viewFile/28/29 (date of request: 03/27/2026).
8. What the Southern Gas Corridor will give to Europe, Baku and Ankara. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://vestikavkaza.ru/analytics/CHto-YUzhnyy-gazovyy-koridor-dast-Evrope-Baku-i-Ankare.html (date of reference: 03/27/2026).
9. Shakhbanov, Z. S. The Caspian region in big economy and politics / Volga State University of Water Transport, 2024. — pp. 831-835. — EDN ZGQFFT.
10. Ilham Aliyev's energy diplomacy strengthens Azerbaijan's global investment position. [electronic resource]. — Access mode. — URL: https://media.az/politika/energeticheskaya-diplomatiya-ilhama-alieva-ukreplyaet-globalnye-investicionnye-pozicii-azerbajdzhana (date of request: 03/27/2026).

Форс-мажоры в международных контрактных отношениях, воздействие пандемий, войн и санкций на регулирование мировой торговли

Полаева Гозель Байгельдыевна
кандидат экономических наук, доцент кафедры стратегического управления топливно-энергетическим комплексом, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, polayeva.g@gubkin.ru

Шевченко Егор Тарасович
магистрант, факультет международного энергетического бизнеса Российского государственного университета нефти и газа (национального исследовательского университета) имени И.М. Губкина, egor360@inbox.ru

В статье рассматриваются особенности форс-мажорных оговорок в международных контрактных отношениях в условиях глобальных изменений мировой экономики. Изучается сущность и значение форс-мажора в современных контрактных отношениях, а также изменение в процедуре применения советующих оговорок в соответствии с международными правовыми актами, включая Конвенцию Организации Объединенных Наций (ООН) о договорах международной купли-продажи товаров и Принципы Межправительственной организации по унификации частного права (Institut international pour l'unification du droit privé, UNIDROIT, УНИДРУА).
Отдельное внимание уделяется воздействию процесса изменения контрактных механизмов на мировую экономику, в том числе рост транзакционных издержек, фрагментация глобальных цепочек поставок, изменение инвестиционного климата и затруднение международных расчетов.
Ключевые слова: форс-мажор; международные контракты; пандемия COVID-19; санкции; вооружённые конфликты; международная торговля; глобальные цепочки поставок; инвестиционные риски; договорное регулирование; риск-менеджмент.

Проблематика форс-мажора в международных контрактных отношениях приобрела особую актуальность в XXI веке в связи с серией глобальных кризисов, затронувших мировую торговлю и трансграничные обязательства. Если ранее форс-мажор традиционно связывался главным образом со стихийными бедствиями, пожарами, забастовками или действиями государственных органов, то в последние годы в центр анализа вышли пандемии, вооруженные конфликты и санкционные ограничения. Эти явления продемонстрировали, что риск чрезвычайных событий в международной торговле носит не эпизодический, а системный характер, а потому требует не только доктринального осмысления, но и более точной договорной техники. Международная торговая палата (ICC) прямо указывает, что национальные подходы к форс-мажору заметно различаются, из-за чего стороны международных контрактов стремятся использовать автономные договорные решения, в том числе типовые оговорки ICC о форс-мажорах [2].

В международном частном и торговом праве форс-мажор обычно понимается не как любое неблагоприятное изменение обстоятельств, а как такое препятствие к исполнению, которое находится вне разумного контроля стороны, не могло быть разумно учтено при заключении договора и не могло быть предотвращено либо преодолено самой стороной или ее разумными усилиями. Именно такой подход закреплен в ст. 7.1.7 Принципов международных коммерческих договоров УНИДРУА 2016 года, а сходная логика прослеживается и в ст. 79 Конвенции ООН о договорах международной купли-продажи товаров 1980 года (CISG), освобождающей сторону от ответственности за неисполнение при наличии препятствия вне ее контроля и при соблюдении критериев непредвидимости и непреодолимости [1, 3]. Таким образом стоит отметить, что объявление форс-мажора по контракту не приводит к его немедленному аннулированию, вместо этого начинает действует особый порядок освобождения от ответственности за убытки. Согласно документации ICC, согласованное объявление форс-мажора служит причиной освобождения от исполнения договора на период сохранения причины, вызвавшей форс-мажор и от ответственности за убытки при условии своевременного уведомления другой стороны. Международные институты специально разводят эти понятия: в случае наличия затруднений акцент делается на переговорах и адаптации договора, а не на простом освобождении от ответственности. При этом те же самые институты признают, что одни и те же факты в отдельных случаях могут одновременно порождать вопросы и форс-мажора, и ограниченных затруднений, а выбор конкретной причины зависит от того, чего добивается затронутая сторона — освобождения от ответственности или пересмотра договора.

Для международных контрактов это различие имеет принципиальное значение. Глобальные кризисы редко действуют бинарно, полностью уничтожая возможность исполнения. Чаще они вызывают цепочки сбоев: нарушение логистики, рост стоимости перевозок, закрытие границ, экспортные запреты, отключение банковских каналов, разрушение производственных цепочек. В одних случаях это действительно делает исполнение невозможным; в других — лишь значительно повышает его стоимость или увеличивает срок исполнения. Следовательно, квалификация события как форс-мажора не может строиться только на названии события (“пандемия”, “война”, “санкции”), а должна учитывать его конкретное влияние на исполнение данного обязательства и причинную связь между событием и неисполнением. Именно поэтому ICC подчеркивает не только перечень возможных событий, но и необходимость доказать, что их последствия не могли быть разумно предотвращены или преодолены.

Особое место в современной практике занимает пандемия как форс-мажорное обстоятельство. Пандемия COVID-19 стала первым за долгое время примером действительно универсального глобального шока, одновременно затронувшего производство, логистику, транспорт, персонал, государственное регулирование и платежную инфраструктуру. После 2020 года многие типовые оговорки стали прямо включать эпидемии и пандемии в перечни форс-мажорных событий. В материалах Конференции ООН по торговле и развитию (UNCTAD, ЮНКТАД) отмечается, что современные оговорки, включая ICC Force Majeure Clause 2020, прямо упоминают “plague, epidemic” и сопутствующие явления, а потому эпидемия или пандемия в принципе может составлять форс-мажорное событие. Однако сам по себе факт пандемии не создает автоматической

защиты: сторона должна дополнительно доказать, что именно последствия пандемии реально препятствовали исполнению и что эти последствия нельзя было разумно избежать или преодолеть [4].

Именно на примере пандемии наглядно проявился критерий предвидимости. Для контрактов, заключенных до всемирного распространения COVID-19 и до введения массовых ограничительных мер, ссылка на пандемию как на непредвидимое обстоятельство выглядела значительно убедительнее. Напротив, для договоров, заключенных уже после весны 2020 года, ссылка на новые волны заболеваемости, локдауны или логистические ограничения часто оказывается слабее, поскольку стороны уже должны были учитывать подобный риск в коммерческом планировании. UNCTAD специально подчеркивает, что для договоров, заключенных после конца марта 2020 года, сторонам трудно утверждать, что дальнейшие пандемические вспышки были для них непредвидимыми [5].

Следовательно, пандемия как юридический факт не освобождает от обязанности доказывания. Необходимо установить, какое именно обязательство стало неисполнимым: поставка конкретного товара, выполнение перевозки, приемка, оплата, выдача разрешений, прохождение таможенных процедур и т.д. Кроме того, существенное значение имеет вопрос о наличии разумных альтернатив: мог ли поставщик использовать иной маршрут, другой склад, субподрядчика, альтернативный источник сырья, иную валюту платежа или запасной канал расчетов. Если ответ положителен, то говорить о классическом форс-мажоре значительно сложнее.

Одними из самых противоречивых источников наступления форс-мажорных обстоятельств продолжают оставаться войны и вооруженные конфликты. В настоящий момент в мире продолжается множество конфликтов разной степени вовлеченности и сохраняется риск возникновения новых. С точки зрения международного права и контрактных отношений, военные действия могут привести к разрушению логистических цепочек, физической недоступности инфраструктуры или территорий, отчуждения имущества или капитала. Очевидно, что по международному праву военные действия могут считаться форс-мажорным обстоятельством и исторически так и было, в конце концов военные действия делают невозможным саму доставку товара и разрушает производственные мощности. ICC относит войну и сходные события к числу классических форс-мажорных рисков.

Однако сам факт начала военных действий не освобождает от ответственности по любому отдельно взятому контракту, для выяснения правомерности применения правовой оговорки нужно соответствие определенным условиям. Для применения ст. 79 CISG или договорной оговорки необходимо доказать, что именно война стала препятствием к исполнению данного обязательства. В современном исследовании по применению ст. 79 CISG к войне и санкциям подчеркивается, что последствия войны или санкций могут регулироваться ст. 79 CISG, если стороны не исключили действие Конвенции, и, если эти события действительно препятствовали исполнению; также особое значение приобретает надлежащее уведомление о препятствии [6, 7].

Практически важным является вопрос о территориальной и функциональной близости войны к обязательству. Если вооруженный конфликт происходит в регионе, не связанном с маршрутом поставки, производством, банками-корреспондентами или контрагентами, его значение для договора может быть косвенным и недостаточным для освобождения от ответственности. Но если война непосредственно разрушает производственную площадку, блокирует порт отправления, делает транспортный коридор небезопасным или вызывает запрет властей на вывоз продукции двойного назначения, квалификация как форс-мажора становится гораздо более обоснованной. Таким образом, юридически значим не сам факт войны, а ее конкретизированный эффект на договорную программу.

Отдельную группу составляют санкции. С правовой точки зрения санкции особенно интересны тем, что они могут одновременно порождать и фактическую, и юридическую невозможность исполнения. В отличие от пандемии, где речь часто идет о практических трудностях, санкции нередко прямо запрещают исполнение: поставку определенных товаров, оказание услуг, перевод денежных средств, открытие аккредитивов, доступ к страхованию или финансированию. В этом смысле санкции особенно тесно связаны с категорией “acts of authority” — актов публичной власти, традиционно рассматриваемых как типичный источник форс-мажора. Руководящие разъяснения Европейской комиссии по санкционным регламентам подтверждают, что соответствующие нормы адресованы национальным органам, операторам и гражданам и предназначены для единообразного применения санкционных режимов в ЕС; для участников международной торговли это означает необходимость исходить не из экономической целесообразности, а из режима правовых запретов и ограничений.

Однако санкции, как и иные форс-мажорные события, не должны оцениваться абстрактно. Юридическая квалификация зависит от нескольких обстоятельств. Во-первых, нужно выяснить, делают ли санкции исполнение незаконным либо лишь затрудняют его. Невозможность провести платеж через конкретный банк сама по себе не всегда равна невозможности оплаты вообще, если существуют иные законные каналы. Во-вторых, важно установить, действовали ли санкции уже на момент заключения договора: если да, риск их последствий мог считаться принятым на себя стороной. В-третьих, имеет значение содержание самого контракта: во многих международных соглашениях используются специальные «sanctions clauses», предусматривающие право на отказ от исполнения, приостановление, пересмотр маршрутов, замену банка, валюты или контрагента. Исследование применения ст. 79 CISG к войне и санкциям прямо показывает, что соотношение договорных положений и ст. 79 зависит от того, исключили ли стороны Конвенцию или модифицировали ее режим собственными условиями.

Тем самым санкции не всегда укладываются в классическую модель форс-мажора как “внешнего физического препятствия”. Нередко они ближе к юридической невозможности исполнения или к изменению нормативной среды договора. Но в международной коммерции эта граница подвижна: если государственный запрет блокирует сделку, расчеты или поставку, то его последствия функционально эквивалентны форс-мажору, поскольку сторона утрачивает возможность исполнить обязательство правомерно. В таких случаях доказывание должно концентрироваться не только на факте принятия санкционных актов, но и на том, что у стороны не существовало разумной, законной и коммерчески выполнимой альтернативы исполнения.

Существенным элементом режима форс-мажора является обязанность уведомления. И ICC, и УНИДРУА, и практика применения CISG исходят из того, что сторона, ссылающаяся на препятствие, должна своевременно известить контрагента о событии, его предполагаемой длительности и влиянии на исполнение. Несоблюдение этой обязанности может лишить сторону части защиты либо повлечь самостоятельную ответственность за убытки, вызванные несвоевременным уведомлением. Это требование имеет не формальный, а материальный смысл: международный оборот основан на предсказуемости, а потому контрагент должен как можно раньше узнать, что исполнение задерживается, какие обязательства затронуты и есть ли возможность минимизировать потери.

Не менее важна обязанность по минимизации ущерба и преодолению препятствия разумными средствами. Современное международное контрактное право исходит из того, что сторона не может пассивно ссылаться на кризис. Она обязана предпринимать доступные меры по сохранению исполнения: искать альтернативные маршруты, поставщиков, способы оплаты, варианты частичного исполнения, временного приостановления или адаптации договора. Именно поэтому в модели ICC одной из предпосылок применения оговорки выступает невозможность разумно избежать или преодолеть последствия препятствия. В этом проявляется общий коммерческий принцип добросовестности: форс-мажор защищает не от любого убытка, а лишь от убытка, возникшего несмотря на разумное поведение стороны.

В теоретическом плане пандемии, войны и санкции показали, что международные контракты все чаще нуждаются не только в стандартном управлении рисков, но и в более сложном многоуровневом распределении рисков. Для долгосрочных отношений этого часто недостаточно: стороны должны предусматривать механизмы пересмотра цены, валюты, сроков, транспортных маршрутов и банковских реквизитов, а также процедуры обязательных переговоров и системы оценки. Иначе резкое изменение внешней среды превращает любой спор в борьбу за квалификацию одного и того же события — является ли оно форс-мажором, оговоркой, обычным коммерческим риском или виновным неисполнением.

Современные глобальные кризисы — пандемии, вооружённые конфликты и санкционные режимы — привели не только к увеличению числа споров по международным контрактам, но и к более глубокой трансформации самой логики функционирования мировой экономики. Изменение подходов к форс-мажорам оказало комплексное влияние на международную торговлю, инвестиционные процессы, цепочки поставок и уровень экономической неопределённости.

Прежде всего, наблюдается рост контрактной неопределённости и, как следствие, увеличение транзакционных издержек. Компании вынуждены более детально прописывать форс-мажорные оговорки, включать положения о санкциях, эпидемиях, валютных ограничениях и иных рис-

ках. Это ведёт к усложнению договоров, увеличению затрат на юридическое сопровождение и замедлению заключения сделок. По оценкам Конференции ООН по торговле и развитию (United Nations Conference on Trade and Development), после пандемии COVID-19 значительное число международных контрактов было пересмотрено с целью перераспределения рисков, что отражает общую тенденцию к повышению осторожности в трансграничной торговле [9]. Также усиливается тенденция к фрагментации глобальных цепочек поставок. Частое применение форс-мажора и ссылки на невозможность исполнения подрывают устойчивость долгосрочных коммерческих связей. В результате компании стремятся диверсифицировать поставщиков, локализовать производство или переходить к региональным цепочкам. Рост правовой неопределённости и риск множественного объявления форс-мажоров снижает инвестиционную привлекательность целых регионов и отраслей, особенно тех, что стабильно подвержены геополитическим рискам. Инвесторы учитывают не только экономические показатели, но и вероятность наступления форс-мажорных обстоятельств, включая геополитические риски и санкции. В докладах Всемирного банка (World Bank) отмечается, что в условиях нестабильности мировой экономики, многие инвесторы всё чаще откладывают или переориентируют инвестиционные потоки в пользу более стабильных вложений [10].

Особенно актуально в последнюю время стал проблема проведений платежей и сложности в конвертации валют, что создает новое пространство неопределенности.

Санкции и войны могут приводить к блокировке платежей, разрыву банковских отношений и необходимости поиска альтернативных финансовых инструментов. Это стимулирует развитие параллельных платёжных систем, увеличение роли национальных валют в расчётах и постепенную трансформацию глобальной финансовой архитектуры.

Компании всё чаще закладывают в бизнес-модели сценарии кризисов, формируют резервы, страхуют риски и используют более гибкие контрактные конструкции. Что же касается аналитических агентств, то наблюдается широкое распространение экономического «алармизма» и разработка множественных сценариев с целью предусмотреть любые маловероятные стечения обстоятельств с целью ограничить возможности применения механизма форс-мажора.

Слишком широкое применение механизма форс-мажора уже создает сложности для мировой торговли, когда данный механизм используется слишком часто, то он начинает подрывать основной принцип мировой торговли «pacta sunt servanda» (договоры должны соблюдаться), снижать уровень доверия между контрагентами и ведет к увеличению судебных споров и издержек. Появляется необходимость изменения подхода к применению форс-мажорных обстоятельств и модернизаций устоявшейся правовой практики. В долгосрочной перспективе это ведёт к формированию новой модели международной торговли, в которой устойчивость и управление рисками становятся не менее важными, чем эффективность и минимизация издержек.

Заключение

Таким образом, форс-мажор в международных контрактных отношениях следует понимать, как правовой инструмент исключительного характера, предназначенный не для перераспределения обычных коммерческих убытков, а для справедливого реагирования на действительно чрезвычайные и внешние препятствия исполнения.

Пандемии, войны и санкции расширили традиционное понимание форс-мажора и показали, что международный контракт сегодня существует в тесной зависимости от глобальных биологических, геополитических и регуляторных рисков.

Именно поэтому современная контрактная практика движется в сторону более точных оговорок, более строгого доказательственного стандарта и большего внимания к переговорам и адаптации обязательств, а не только к освобождению от ответственности.

Литература

1. United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (Vienna, 1980), ст. 79 https://uncitral.un.org/sites/default/files/media-documents/uncitral/en/19-09951_e_ebook.pdf?utm_source=chatgpt.com
2. ICC Force Majeure and Hardship Clauses (March 2020) https://iccwbo.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/03/icc-forcemajeure-hardship-clauses-march2020.pdf
3. UNIDROIT Principles of International Commercial Contracts 2016, ст. 7.1.7, 6.2.2–6.2.3 https://www.unidroit.org/wp-content/uploads/2021/06/Unidroit-Principles-2016-English-bl.pdf
4. UNCTAD, COVID-19 and International Sale of Goods: Contractual devices for commercial risk allocation and loss prevention (2023) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2023d1_en.pdf
5. UNCTAD, COVID-19 implications for commercial contracts (2021) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlbinf2021d2_en.pdf?utm_source=chatgpt.com
6. CISG Advisory Council Opinion No. 20 on hardship and Article 79 CISG. https://cisgac.com/opinions/cisgac-opinion-no-20/?utm_source=chatgpt.com
7. Iryna Dikovska, War, Sanctions and Exemption from Liability under Article 79 of the CISG (2024). https://pure.mpg.de/rest/items/item_3648473_4/component/file_3648474/content?download=true
8. European Commission, Consolidated FAQs on the implementation of Council Regulation No 833/2014 and related sanctions regulations. https://finance.ec.europa.eu/system/files/2024-01/faqs-sanctions-russia-consolidated_en.pdf
9. UNCTAD. Contractual devices for commercial risk allocation (2023) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2023d1_en.pdf
10. World Bank. Global Economic Prospects (2022, 2023). https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects

Force majeure in international contractual relations, the impact of pandemics, wars, and sanctions on the regulation of global trade

Polayeva G.B., Shevchenko E.T.

Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article examines the features of force majeure clauses in international contractual relations in the context of global changes in the global economy. The article examines the essence and significance of force majeure in modern contractual relations, as well as changes in the procedure for applying advisory clauses in accordance with international legal acts, including the UN Convention on Contracts for the International Sale of Goods and the Unidroit Principles.

Special attention is paid to the impact of the process of changing contractual mechanisms on the global economy, including rising transaction costs, fragmentation of global supply chains, changes in the investment climate and difficulties in international settlements.

Keywords: force majeure; international contracts; COVID-19 pandemic; sanctions; armed conflicts; international trade; global supply chains; investment risks; contractual regulation; risk management.

References

1. United Nations Convention on Contracts for the International Sale of Goods (Vienna, 1980), Article 79 https://uncitral.un.org/sites/default/files/media-documents/uncitral/en/19-09951_e_ebook.pdf?utm_source=chatgpt.com
2. ICC Force Majeure and Hardship Clauses (March 2020) https://iccwbo.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/03/icc-forcemajeure-hardship-clauses-march2020.pdf
3. UNIDROIT Principles of International Commercial Contracts 2016, Articles 7.1.7, 6.2.2–6.2.3 https://www.unidroit.org/wp-content/uploads/2021/06/Unidroit-Principles-2016-English-bl.pdf
4. UNCTAD, COVID-19 and International Sale of Goods: Contractual devices for commercial risk allocation and loss prevention (2023) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2023d1_en.pdf
5. UNCTAD, COVID-19 implications for commercial contracts (2021) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlbinf2021d2_en.pdf?utm_source=chatgpt.com
6. CISG Advisory Council Opinion No. 20 on hardship and Article 79 CISG. https://cisgac.com/opinions/cisgac-opinion-no-20/?utm_source=chatgpt.com
7. Iryna Dikovska, War, Sanctions and Exemption from Liability under Article 79 of the CISG (2024). https://pure.mpg.de/rest/items/item_3648473_4/component/file_3648474/content?download=true
8. European Commission, Consolidated FAQs on the implementation of Council Regulation No 833/2014 and related sanctions regulations. https://finance.ec.europa.eu/system/files/2024-01/faqs-sanctions-russia-consolidated_en.pdf
9. UNCTAD. Contractual devices for commercial risk allocation (2023) https://unctad.org/system/files/official-document/dtltlb2023d1_en.pdf
10. World Bank. Global Economic Prospects (2022, 2023). https://www.worldbank.org/en/publication/global-economic-prospects

Инновационные образовательные технологии и их использование для профессиональной ориентации школьников старших классов

Аверьянова Анна Руслановна
магистр программы инновационный менеджмент, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, anna_stupina11@mail.ru,

Трейман Марина Геннадьевна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, britva-69@yandex.ru

В статье рассматриваются инновационные образовательные технологии, применяемые для профессиональной ориентации старшеклассников в условиях цифровизации образования. На основе анализа отечественных исследований и практики организации профориентационной работы систематизированы три взаимодополняющих уровня инновационных инструментов: электронные образовательные ресурсы, интерактивные форматы занятий в профильных классах и экосистемные модели межинституционального взаимодействия. Проведена сравнительная характеристика электронных образовательных платформ («Навигатум», «Атлас новых профессий», «Смартия», «Проектория», «Калейдоскоп профессий») по результатам анкетирования 123 старшеклассников. Рассмотрены модели допрофессиональной подготовки в психолого-педагогических классах с использованием технологий пропедевтики, ролевых игр, проектной деятельности и дистанционных форматов.
Ключевые слова: профессиональная ориентация, старшеклассники, инновационные образовательные технологии, электронные образовательные ресурсы, профессиональное самоопределение, цифровизация образования, допрофессиональная подготовка.

Современный этап развития российского общества характеризуется структурной перестройкой экономики, усилением её инновационной составляющей и, как следствие, качественным изменением требований к системе профессиональной подготовки кадров. В этих условиях профессиональная ориентация перестаёт быть вспомогательной функцией школы и приобретает статус стратегического образовательного направления, непосредственно влияющего на кадровое воспроизводство и конкурентоспособность страны. Между тем реальное состояние профориентационной работы со старшеклассниками нередко не соответствует декларируемым целям: традиционные подходы – предметная ориентация, «кабинетная» консультация – демонстрируют ограниченную эффективность в условиях цифровой среды и принципиально иной информационной социализации поколения Z.

Цель исследования состоит в систематизации инновационных образовательных технологий, применяемых для профессиональной ориентации старшеклассников, а также в анализе условий их эффективного использования в современной образовательной практике.

Профессиональная ориентация в её современном понимании не сводится к информированию о профессиях или к диагностике склонностей. В отечественной науке сложилось устойчивое представление о трёх парадигмах профориентационной работы, принципиально различающихся по целевым установкам и используемым механизмам. И.С. Сергеев разграничивает образовательную профориентацию, нацеленную на «формирование самостоятельной готовности человека к профессиональному самоопределению в современном контексте», консультативную, ориентированную на помощь в конкретном профессионально-образовательном выборе, и воздействующую, основанную на «идее управления профессиональным выбором человека в интересах того или иного институционального субъекта» [6, с. 25]. Данная типология имеет не только теоретическое, но и прикладное значение: преобладание воздействующей парадигмы в практике профильных классов и предуниверсариев снижает подлинную субъектность профессионального самоопределения школьника.

Цифровая среда принципиально изменила структуру профориентационных возможностей для старшеклассников. Наряду с традиционными формами – классными часами, встречами с профессионалами, экскурсиями на предприятия – электронные образовательные ресурсы сформировали самостоятельный и динамично развивающийся сегмент профориентационной работы. Важно подчеркнуть, что речь идёт не просто о переносе привычных форматов в онлайн-среду, а о качественно новых инструментах, обеспечивающих персонализацию, вариативность и непрерывность профориентационного сопровождения.

Л.М. Туранова и А.А. Стюгин выделяют ряд преимуществ использования дистанционных технологий в профориентационной работе. Прежде всего применение цифровых инструментов способствует росту интереса школьников к обучению. Наряду с этим, дистанционный формат обеспечивает равные условия доступа к профориентационным мероприятиям. Кроме того, онлайн-среда позволяет обучающимся выбирать различные образовательные модули, выстраивать индивидуальные траектории и ориентироваться на собственные интересы и цели [7, с. 95]. Это особенно актуально для регионов с недостаточно развитой инфраструктурой профессиональной подготовки.

Среди электронных образовательных ресурсов, используемых для профориентации старшеклассников, выделяется платформа «Навигатум». Она объединяет разнообразные инструменты профессионального и личностного самоопределения – от тестовых заданий до игровых модулей, которые в наглядной форме помогают разобраться в структуре и функционировании современной трудовой сферы. При этом контент ресурса не ограничен исключительно школьной аудиторией, он охватывает широкий диапазон – от детей дошкольного возраста до пользователей старшей возрастной группы. Такая особенность позволяет рассматривать платформу как инструмент непрерывного профессионального сопровождения.

На втором месте по востребованности – «Атлас новых профессий» (84,7% опрошенных). М.А. Конюшенко и С.М. Конюшенко указывают, что данный ресурс позволяет обучающимся «ощутить себя реальными строителями своей будущей жизнедеятельности», предлагая инстру-

менты, необходимые для преодоления типичной для подростков неспособности «поразмышлять о том, каким образом нужно действовать, чтобы достигнуть желаемого результата» [3, с. 110]. Занятия на платформе представлены в форме вебинаров, настольных игр и онлайн-уроков с домашним заданием, а сквозная тематика – профессии будущего и надпрофессиональные компетенции – делает ресурс методологически созвучным концепции опережающего образования.

Ресурс «Смартия» (78,9% участников опроса) ориентирован на поддержку молодого поколения «в принятии важных карьерных решений и поиске подходящей работы». Его инструментарий включает диагностические методики – в частности, тест Холланда для определения профессиональных интересов, – а также актуализированный перечень современных специальностей, в том числе в сфере цифровой экономики. Платформа «Проектория» (67,3%), реализованная в рамках национального проекта «Образование», предоставляет возможность профессиональных проб в виртуальной среде: участник выбирает значимые для него параметры будущей работы и получает соответствующие профессиональные рекомендации. Открытые уроки проводятся практикующими специалистами, что обеспечивает непосредственный контакт школьников с реальным профессиональным контекстом. А профориентационный мультсериал «Калейдоскоп профессий» служит способом популяризации разнообразия мира профессий и позволяет сформировать у обучающихся представления о значимости осознанного выбора профессионального пути как одного из ключевых этапов взросления.

Анализируя практику внедрения цифрового учебно-методического комплекса «Школа Skills. PROпрофессии», Ю.С. Бушланова отмечает его специфическую особенность – интеграцию курсов по профессиональному самоопределению с развитием гибких навыков. Такое сочетание, по мнению автора, способствует формированию у обучающихся готовности к непрерывному обучению в условиях цифровизации [1, с. 97]. Таким образом, современные электронные ресурсы целесообразно рассматривать не как источники информации о разнообразии профессий, а как целостную образовательную среду, в которой старшеклассник получает возможность выступать активным участником процесса профессионального самоопределения.

Особый интерес в контексте ранней профориентации представляет практика внедрения профильных классов в старшей школе. Такой формат позволяет не только расширить предметные знания, но и соотнести их с потенциальной сферой будущей деятельности. Отдельного внимания заслуживают активно развивающиеся педагогические и психолого-педагогические классы, формирующие у школьников представление о специфике работы в образовательной сфере. По инициативе Министерства просвещения РФ с 2021 года в России открыто 5000 профильных педагогических классов, что свидетельствует о высоком государственном приоритете данного направления.

Среди форматов, позволяющих преодолеть ограниченность «кабинетной» профориентации, особое место занимают профессиональные пробы – практики погружения обучающихся в реальный или реалистично смоделированный профессиональный контекст. А.Г. Дармаева и А.Ю. Устюжина характеризуют профессиональные пробы как «один из результативных инструментов реализации процесса профессиональной ориентации с целью получения профессионального опыта в конкретной сфере деятельности», позволяющий получить «объективные знания и профессиональный опыт для последующего составления образовательного маршрута» [2, с. 49]. В отличие от виртуальных проб, реализуемых на электронных платформах, выход во внешнюю профессиональную среду обеспечивает качественно иной уровень самоопределения.

Именно этот аспект – перенос профориентационной работы в пространство реального профессионального контекста – определяет перспективность экосистемных моделей. В.В. Марков устанавливает взаимосвязь между ранней профориентацией и стратегическим планированием в системе профессионального образования: регулярные опросы потенциальных абитуриентов позволяют «определять общее настроение обучающихся в конкретной городской школе» и использовать полученные данные для «планирования профориентационной деятельности» и «формирования плана набора, исходя из объективных данных о предпочтениях обучающихся всех возрастных групп» [4, с. 148]. При этом автор подчёркивает, что «только регулярная и непрерывная работа позволяет повышать интерес потенциальных абитуриентов к обучению в конкретной образовательной организации».

Широкое распространение электронных ресурсов и экосистемных форматов существенно изменяет профессиональную роль педагога в профориентационном процессе. Если традиционная модель предполагала преимущественно информационно-просветительскую функцию учителя или педагога-психолога, то в условиях цифровой образовательной среды деятельность педагога смещается в координационно-консультационную плоскость: он становится тьютором, организующим индивидуальный образовательный маршрут обучающегося, и фасилитатором, обеспечивающим продуктивное взаимодействие школьника с профессиональным контекстом.

Критически важным условием результативности профориентационной работы является формирование у самих обучающихся рефлексивных компетенций. М.А. Конюшенко и С.М. Конюшенко фиксируют в качестве одной из ключевых проблем профориентации «отсутствие у учеников такой важной компетенции, как способность поразмышлять о том, каким образом нужно действовать, чтобы достигнуть желаемого результата» [3, с. 109]. Это означает, что профориентационные технологии должны не только информировать о профессиях, но и развивать способность к целеполаганию, планированию и самооценке.

Не менее важна непрерывность профориентационного сопровождения. Как указывает Л.И. Неверова, качественная профессиональная ориентация предполагает «поддержку в выборе профессиональной области, в поиске образовательных ресурсов для реализации соответствующей образовательно-профессиональной траектории, а также последующего использования данных ресурсов» [5, с. 38]. Это требует системного, а не эпизодического применения инновационных технологий, их встраивания в логику долгосрочного профессионального развития обучающегося.

Принципиально важно и обеспечение равного доступа к профориентационным ресурсам. Дистанционные форматы и электронные платформы позволяют нивелировать территориальные диспропорции, создавая условия, при которых ученик небольшого регионального города получает доступ к тому же спектру профориентационных инструментов, что и его сверстник в крупном мегаполисе.

Проведённый анализ позволяет констатировать, что инновационные образовательные технологии в сфере профориентации старшеклассников образуют несколько взаимодополняющих уровней: электронные образовательные ресурсы (Навигатум, Атлас новых профессий, Смартия, Проектория, Калейдоскоп профессий), интерактивные форматы занятий в профильных классах (профессиональные пробы, ролевые игры, проектная деятельность), а также экосистемные модели межинституционального взаимодействия (территориально-сетевые, кластерные, корпоративные экосистемы). Все три уровня объединяет ориентация на субъектную позицию обучающегося, практикоориентированность и принцип непрерывности сопровождения. Ключевым условием эффективности применяемых технологий является их методическая согласованность: каждый инструмент должен работать на цель образовательной, а не воздействующей профориентации, обеспечивая не управление профессиональным выбором школьника в институциональных интересах, а развитие его самостоятельной способности к осознанному и обоснованному самоопределению.

Литература

1. Бушланова Ю.С. Использование цифрового учебно-методического комплекса «Школа Skills. Pro профессии» в работе по профессиональному самоопределению старшеклассников // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2021. № 4(58). С. 95–107. DOI: 10.25146/1995-0861-2021-58-4-307.
2. Дармаева А.Г., Устюжина А.Ю. Профессиональные пробы в рамках проекта по ранней профессиональной ориентации «Билет в будущее» // Инновационные технологии в технике и образовании: матер. XIII Междунар. науч.-практ. конф., Чита, 14–15 декабря 2021 г. Чита: Забайкальский гос. ун-т, 2021. С. 47–53.
3. Конюшенко М.А., Конюшенко С.М. Профориентация учащихся старших классов средствами электронного ресурса «Атлас 100» // Педагогический опыт: от теории к практике: сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф., Чебоксары, 02 декабря 2017 г. Чебоксары: Интерактив плюс, 2017. С. 109–111.
4. Марков В.В. Использование «ранней профессиональной ориентации» для разработки стратегии развития профессионального образования // Организация практико-ориентированного обучения в профессиональной образовательной организации: матер. регион. науч.-практ. интернет-конф., Ливны, 16 декабря 2016 г. Ливны: Орловский гос. ун-т им. И.С. Тургенева, 2017. С. 146–149.
5. Неверова Л.И., Морева Ю.В. Профессиональная ориентация и профессиональное самоопределение одарённых детей // Профессиональная ориентация. 2019. № 1. С. 37–41.
6. Сергеев И.С. Образовательная профориентация — методологическая основа профориентационной работы с детьми и молодёжью // Профессиональное образование и рынок труда. 2023. Т. 11. № 1(52). С. 24–44. DOI: 10.52944/PORT.2023.52.1.002.

7. Туранова Л.М., Стюгин А.А. Модель сопровождения профессиональной ориентации школьников в условиях распределённого класса муниципального района в условиях электронного обучения как части экосистемы образования Енисейской Сибири // Перспективы науки. 2020. № 9(132). С. 92–99.

Innovative educational technologies and their use for professional orientation of high school students

Averyanova A.R., Treyman M.G.
St. Petersburg State University of Economics

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

The article discusses innovative educational technologies used for professional orientation of high school students in the context of digitalization of education. Based on the analysis of domestic research and the practice of organizing career guidance work, three complementary levels of innovative tools have been systematized: electronic educational resources, interactive formats of classes in specialized classes, and ecosystem models of interinstitutional cooperation. A comparative analysis of electronic educational platforms (Navigatum, Atlas of New Professions, Smartia, Proektoria, and Kaleidoscope of Professions) has been conducted based on the results of a survey of 123 high school students. The article discusses models of pre-professional training in psychological and pedagogical classes using propaedeutic technologies, role-playing games, project activities, and remote formats.

Keywords: professional orientation, high school students, innovative educational technologies, electronic educational resources, professional self-determination, digitalization of education, pre-professional training.

References

1. Bushlanova Yu.S. The use of the digital educational and methodological complex "School Skills. Pro professions" in the work on professional self-determination of high school students // Bulletin of Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev. 2021. No. 4(58). Pp. 95–107. DOI: 10.25146/1995-0861-2021-58-4-307.
2. Darmaeva A.G., Ustyuzhina A.Yu. Professional Tests as Part of the Early Career Guidance Project "Ticket to the Future" // Innovative Technologies in Engineering and Education: Proceedings. XIII International Scientific and Practical Conference, Chita, December 14–15, 2021. Chita: Trans-Baikal State University, 2021, pp. 47–53.
3. Konyushenko M.A., Konyushenko S.M. Career Guidance for High School Students Using the Atlas 100 Electronic Resource // Pedagogical Experience: From Theory to Practice: Collection of Materials. III International Scientific and Practical Conference, Cheboksary, December 2, 2017. Cheboksary: Interaktiv Plus, 2017, pp. 109–111.
4. Markov V.V. The use of "early professional orientation" to develop a strategy for the development of vocational education // Organization of practice-oriented training in a professional educational organization: mater. region. scientific and practical Internet Conference, Livny, December 16, 2016. Livny: Orel State University named after I.S. Turgenev, 2017. Pp. 146–149.
5. Neverova L.I., Moreva Yu.V. Professional Orientation and Professional Self-Determination of Gifted Children // Professional Orientation. 2019. No. 1. Pp. 37–41.
6. Sergeev I.S. Educational Career Guidance – Methodological Basis of Career Guidance Work with Children and Youth // Professional Education and Labor Market. 2023. Vol. 11. No. 1(52). Pp. 24–44. DOI: 10.52944/PORT.2023.52.1.002.
7. Turanova L.M., Styugin A.A. Model of Support for Professional Orientation of Schoolchildren in the Distributed Class of a Municipal District in the Conditions of E-Learning as Part of the Education Ecosystem of Yenisei Siberia // Perspectives of Science. 2020. No. 9(132). Pp. 92–99.

Проблемы корпоративного управления строительным бизнесом и пути их устранения

Айнетдинов Дамир Тимурович
студент, Московский финансово-промышленный университет «СИНЕРГИЯ», dam1607@mail.ru,

Зайцев Алексей Геннадьевич
д.э.н., профессор, доцент, Московский финансово-промышленный университет «СИНЕРГИЯ», zaytsev.ag@mail.ru

В статье рассмотрены особенности возникновения и становления отечественного корпоративного управления, объясняющие возникшие в результате проблемы. В условиях глобализации и нестабильности экономии эти вызовы в строительном бизнесе стали особенно актуальны: практически, отсутствие стратегического планирования, устаревшие малоэффективные модели управления, проблемы с квалифицированными кадрами и условиями труда, недостаточная прозрачность и управляемость, технологическая отсталость и низкий уровень цифровизации. В статье представлены пути устранения вышеизложенных проблем. Намечены основные задачи преодоления отсталости отечественного бизнеса, успешное решение которых требует комплексного подхода, учитывающего специфику строительной отрасли.
Ключевые слова: корпоративное управление, строительный бизнес, планирование, цифровизация, модели управления, комплексный подход, информативность и прозрачность, квалифицированные кадры, дефицит, менеджмент, риски, наблюдательный совет.

Низкий уровень корпоративного управления в России объясняется спецификой возникновения отечественных компаний в результате коллективной приватизации и последующего несправедливого перераспределения собственности.

В результате для российских акционерных обществ стали характерными высокая степень концентрации капитала и низкая степень отделения собственности от управления. Кроме того, установились специфические «тесные» отношения между управленцами и владельцами крупных пакетов акций.

Поэтому в России, в отличие от зарубежных стран, к общим проблемам добавляются еще и специфические вызовы:

- Низкая прозрачность и информативность: практически недоступны данные о финансовом состоянии компаний, владельцах и сделках.

- Совмещение функций «владения и управления»: часто собственник и руководитель в одном лице, что снижает объективность принятия решений. «Игра в одни ворота».

- Фиктивный контроль: наемные руководители часто «подыгрывают» только ведущему акционеру, игнорируя мнение большинства акционеров.

- Коррупция и вмешательство государственных органов: для компаний с прибыльным бизнесом остается высоким риск потери собственности через коррупционные схемы.

- Дефицит квалифицированных кадров.

- Цифровизация отрасли происходит медленно и хаотично. Отсутствие единых стандартов и принципов работы BIM, ERP, CRM приводит к фрагментации процессов, зависанию и разобщению данных.

- Сложности интеграции ESG. Внедрению принципов устойчивого развития в строительном бизнесе препятствуют: высокий показатель углеродного следа, социальные риски (нехватка квалифицированных кадров, безопасность труда) и непрозрачность корпоративной структуры.

- Санкции и нестабильность экономической и политической обстановки, усложняющие внедрение передовых практик и увеличивающие риски. В условиях геополитических и экономических вызовов и санкций стала особенно актуальной политика импортозамещения. Появилась необходимость переориентации импорта строительной техники, оборудования, конструкций, изделий, сырья и материалов, а также комплектующих и запасных частей, и создание условий для локализации их производства на территории РФ.

В настоящее время положение, сложившееся в России, постепенно исправляется. Становится очевидным, что будущее российских компаний зависит от конкурентоспособности национальной экономики на международной арене. Следует перенимать положительный опыт иностранных компаний. Осваивать и применять проверенные временем эффективные инструменты, внедрять новые подходы с учетом российских условий и их специфических особенностей.

Все большее распространение получают хорошо зарекомендовавшие себя за рубежом прогрессивные системы ключевых и сбалансированных показателей KPI, BSC. Для усовершенствования основного технологического процесса стали использоваться средства автоматизации на базе освоенных у нас в стране систем EPR, обеспечивающие существенное повышение производительности и эффективности корпоративного управления в строительном бизнесе. Они нацелены на решения долгосрочных стратегических задач, но успешность их внедрения во многом зависит от сплоченности и слаженности коллектива, чтобы процесс освоения этих систем KPI и BSC не создавал конфликты и нездоровую конкуренцию в компании.

Исследования показали, что формированию такого климата в компании способствует система управления стоимостью бизнеса за счет сближения интересов всей команды, когда все усилия нацелены на достижение единой цели – максимизации стоимости компании. Сплоченность и слаженность коллектива неоценимый фактор, гарантирующий успешность внедрения и освоения многих инновационных процессов и самой компании.

Но для преодоления всех упомянутых вызовов требуется системный подход.

Ускорить цифровизацию возможно только при наличии квалифицированных кадров, особенно в области IT-технологиях. Поэтому время восстанавливать связи с ведущими ВУЗами страны - поставщиками этих специальностей. Заключать взаимовыгодные договоры на прохождение

практик студентов на объектах компаний с последующим трудоустройством выпускников. Это в ближайшем будущем, а пока следует использовать имеющиеся возможности трансформации внутренней среды компаний.

Успешные фирмы переходят от ручного управления к созданию устойчивых и прозрачных механизмов через принципы и делегирование.

Вместо микроуправления и жесткой централизации необходимо внедрять ситуационный подход. Это предполагает анализ внешних и внутренних факторов, разработку альтернативных вариантов развития и передачу операционных решений автономным командам. Такой подход позволяет существенно сократить время реакции на критические отклонения.

Оптимизация корпоративной структуры и внедрение «четырехзвенной» модели

Практика крупных холдингов показывает эффективность построения системы, включающей четыре уровня: органы управления (собрания, советы), исполнительные органы (правление), контрольные органы (ревизия) и вспомогательные комитеты (по стратегии, аудиту, кадрам). Важно разделять полномочия между наблюдательными советами (стратегия) и правлением (операционное управление).

Внедрение четких регламентов и «матриц ответственности»

Для устранения хаоса в распределении обязанностей необходимо:

Внедрение матриц RACI (Responsible, Accountable, Consulted, Informed) для каждого бизнес-процесса.

Формирование детализированных перечней вопросов для разделения компетенций между менеджментом и советом директоров.

Переход от устных договоренностей к формализованным трудовым договорам и должностным инструкциям, что особенно важно для малого и среднего бизнеса.

Трансформация роли руководителя в цифровую эпоху

Лидер должен сместить фокус с контроля каждой операции на управление архитектурной целостностью. Вместо утверждения каждой задачи задаются «правила игры»: стандарты работы с данными, принципы интеграций и KPI здоровья системы (доля корректных интеграций, скорость устранения ошибок). Это позволяет снизить время согласования решений на 25–30%.

Реинжиниринг бизнес-процессов через отраслевые центры

Один из перспективных подходов — формирование производственно-инжиниринговых центров (ПИЦ). Такая структура позволяет объединить функции материально-технического обеспечения, проектирования и управления строительством, повышая качество взаимодействия между участниками инвестиционно-строительной деятельности.

Встраивание ESG в систему управления

Чтобы превратить устойчивое развитие из формальности в инструмент управления, необходимо:

Создавать специализированные комитеты при советах директоров (по устойчивому развитию, климатическим рискам).

Увязывать систему мотивации топ-менеджмента (KPI) с показателями в области экологии, социальной ответственности и качества управления, а не только с финансовыми результатами.

Внедрять стандартизированную нефинансовую отчетность для повышения прозрачности и доверия со стороны инвесторов и государства.

Выбор модели корпоративного управления зависит от масштаба компании и специфики рынка.

Исследования существующих систем управления (англо-американская, немецкая, японская, семейная) показали, что ни одна из них не может быть применена в отечественном бизнесе без изменения. Но в тоже время некоторые их принципы заслуживают внимания: устойчивое стратегическое развитие, партнерство в принятии ответственных решений, коллективное и постоянное стремление к повышению квалификации и мастерства, расширение прав совета директоров, повышение прозрачности и информативности.

В современной практике крупные российские застройщики часто используют гибридный вариант, применяя элементы немецкой модели (строгое разделение уровней управления) и англо-американской (независимые директора, цифровизация).

На практике известен пример («Атомстройкомплекс»), когда в стуктуре компании внедрили разделение функций между советом директоров (стратегия и контроль) и правлением (операционное управление), а при совете директоров создали комитеты по стратегии, аудиту, кадрам).

В результате удалось повысить качество проработки решений, сбалансированность интересы различных сторон. Такой подход способствует устойчивому развитию и снижает риски злоупотребления властью, так как она не сконцентрирована в одних руках.

Создание эффективной системы корпоративного управления в строительстве - не разовая акция, а постоянный процесс развития, требующий баланса между жесткостью регламентов и гибкостью в принятии решений и готовностью руководства поддерживать цифровизацию, корпоративную культуру и ESG-повестку.

Литература

1. Бувин Н.Н. Ключевые показатели эффективности: как разработать и внедрить //Функциональный директор. 2016. Вып.5 С.123-135
2. Батаева Б. С., Кокурина А. Д., Карпов Н. А. Влияние раскрытия ESG-показателей на финансовые результаты российских публичных компаний // Управленец. 2021. Т. 12. № 6. С. 20-32. DOI: 10.29141/22185003-2021-12-6-2.
3. Рыцев Д.И. Проблемы Balansed Storecard (KPI) как инструмента разработки и реализации стратегии в системе стратегического управления предприятием // 2020 №3
4. Овчинникова А.А., Каранец С.М. Матрица ответственности проекта-важный инструмент управления отношениями в команде. Журнал «Научный лидер» Вып № 47 (92) ноябрь 22
5. Чекмачев И.Ю., Иода Е.В. Инжиниринговый Центр как элемент инновационной структуры. Журнал Социально-экономические явления и процессы, 2014
6. НОУ ИНТУИТ. Менеджмент,Лекция 7: Управление персоналом в организациях.
7. Хьюберт К. Рамперсад. Индивидуальная сбалансированная система показателей. Путь к личному счастью, гармоничному развитию и росту организации / пер. с анг. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005 г. 176 с.

Problems of Corporate Governance in the Construction Business and Ways to Address Them

Ainetdinov D.T., Zaitsev A.G.
Moscow Financial and Industrial University "Synergy"

JEL classification: H87, F02, F15, F29, F40, F42, F49

This article examines the emergence and development of domestic corporate governance, explaining the resulting problems. In the context of globalization and economic instability, these challenges have become particularly pressing in the construction business: a lack of strategic planning, outdated and ineffective management models, problems with qualified personnel and working conditions, insufficient transparency and controllability, technological backwardness, and a low level of digitalization. The article presents ways to address the above problems. The key tasks for overcoming the backwardness of domestic business are outlined, the successful resolution of which requires a comprehensive approach that takes into account the specifics of the construction industry. Keywords: corporate governance, construction business, planning, digitalization, management models, integrated approach, information content and transparency, qualified personnel, shortage, management, risks, supervisory board.

References

1. Buvin, N.N. Key Performance Indicators: How to Develop and Implement Them // Functional Director. 2016. Issue 5, pp. 123-135
2. Bataeva, B.S., Kokurina, A.D., Karpov, N.A. The Impact of ESG Indicator Disclosure on the Financial Performance of Russian Public Companies // Manager. 2021. Vol. 12. No. 6. pp. 20-32. DOI: 10.29141/22185003-2021-12-6-2.
3. Rytsev, D.I. Problems of Balanced Storecard (KPI) as a Tool for Strategy Development and Implementation in the Enterprise Strategic Management System // 2020, No. 3
4. Ovchinnikova A.A., Karanets S.M. Project Responsibility Matrix: An Important Tool for Managing Team Relationships. Scientific Leader Magazine, Issue No. 47 (92), November 22
5. Chekmachev I.Yu., Ioda E.V. Engineering Center as an Element of an Innovative Structure. Socio-Economic Phenomena and Processes Magazine, 2014
6. INTUIT, Management, Lecture 7: Personnel Management in Organizations.
7. Hubert K. Rampersad. Individual Balanced Scorecard: A Path to Personal Happiness, Harmonious Development, and Organizational Growth / translated from English. – Moscow: Olimp-Business JSC, 2005, 176 p.

Теоретические основы автоматизированного контроля качества подбора персонала и его место в системе корпоративного управления

Артемкина Елена Вячеславовна
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, Московский международный университет, artemkina.elena@gmail.com,

Свиридчук Галина Павловна
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента, МосГу, galyam22@gmail.com

Статья посвящена раскрытию теоретических основ автоматизированного контроля качества подбора персонала и определению его места в системе корпоративного управления. Рассматривается эволюция подходов к подбору персонала в условиях цифровизации процессов управления персоналом, уточняется содержание автоматизированного контроля качества и его отличие от простой автоматизации отдельных кадровых операций. Показано, что данный механизм обеспечивает стандартизацию критериев оценки кандидатов, снижает субъективность кадровых решений, повышает прозрачность процедур отбора и усиливает их управленческую обоснованность. Особое внимание уделено связи автоматизированного контроля качества с цифровой трансформацией управления, а также его роли в снижении рисков ошибочного найма и поддержании кадровой устойчивости организации. Сделан вывод о том, что автоматизированный контроль качества подбора персонала выступает значимым элементом современной системы корпоративного управления.

Ключевые слова: автоматизированный контроль качества, подбор персонала, управление персоналом, цифровизация, цифровая трансформация, корпоративное управление, кадровые решения, алгоритмическая прозрачность, оценка кандидатов, автоматизация подбора персонала.

Введение

Цифровая трансформация управления персоналом заметно повлияла на требования к качеству подбора кадров. Подбор уже не воспринимается как локальная кадровая процедура, ограниченная просмотром резюме и проведением собеседования. В современной управленческой практике он все чаще рассматривается как многоэтапный процесс, связанный с обработкой данных, снижением субъективности оценки, ускорением решений и повышением их обоснованности. Такой подход соотносится с позицией В.Ю. Ашурко, который пишет о том, что «многофакторный подход к оценке и подбору персонала» возможен лишь при активном использовании информационных технологий [1].

Актуальность темы связана с тем, что автоматизированный контроль качества подбора персонала занимает стратегически важное положение между кадровой функцией и системой корпоративного управления. Через него обеспечиваются стандартизация оценки кандидатов, управляемость рекрутингового процесса, снижение ошибок найма и повышение согласованности кадровых решений с целями организации. При этом распространение алгоритмических инструментов ставит и новые вопросы, связанные с риском предвзятости, непрозрачностью цифровых процедур и ослаблением человеческого контроля над кадровым выбором. Л.С. Ковальжина и А.А. Орлова прямо указывают на «алгоритмическую предвзятость» и проблему «распределенной ответственности», что особенно важно для тематики статьи [2].

Целью настоящей статьи состоит в раскрытии теоретических основ автоматизированного контроля качества подбора персонала и определении его места в системе корпоративного управления.

Основная часть

Подбор персонала в современной сфере управления уже нельзя сводить к отдельному кадровому действию, ограниченному поиском кандидатов и финальным решением о найме. Намного точнее рассматривать его как последовательный процесс, в котором соединяются сбор информации о кандидатах, сопоставление требований должности и компетенций, оценка рисков ошибки найма, проверка критериев отбора и итоговая управленческая интерпретация полученных результатов. В этой связи контроль качества подбора приобретает самостоятельное значение, поскольку именно он позволяет понять, насколько процедура отбора является обоснованной, воспроизводимой и согласованной с целями организации. На близкую мысль выходит В.Ю. Ашурко, отмечая, что традиционные методы подбора страдают от «субъективизма в оценках претендентов на вакансии» [1].

Теоретически автоматизированный контроль качества подбора персонала находится на пересечении нескольких подходов. Первый подход можно назвать процессным. В его рамках подбор рассматривается как цепочка взаимосвязанных этапов, где качество зависит не от одного интервью или одного теста, а от согласованности всей процедуры. Значение имеют полнота исходных данных, единообразие критериев, сопоставимость оценок, сроки обработки информации и корректность итогового решения. При таком подходе автоматизация ценна не сама по себе, а как средство упорядочивания этапов и сокращения случайных отклонений. Р.Д. Гутгарц еще в ранних работах подчеркивал, что «возрастает роль информационного обеспечения процесса управления», а значит, качество кадрового решения напрямую связано с качеством информационной базы [3].

Второй подход связан с информационной трактовкой управления персоналом. В его основе лежит положение о том, что качество кадрового решения прямо зависит от качества информации, на которой оно строится. Чем точнее собраны сведения о кандидате, чем лучше формализованы требования к вакансии, чем полнее отражены результаты оценки, тем выше вероятность обоснованного выбора. С этой позиции автоматизированный контроль качества подбора представляет собой систему работы с данными, где проверяются полнота, своевременность, сопоставимость и пригодность информации для принятия решения. Здесь особенно заметно отличие современной модели от прежних практик, где значительная часть кадрового выбора опиралась на интуитивные впечатления рекрутера или руководителя.

Третий подход имеет управленческий характер. Его суть состоит в том, что подбор должен быть встроен в общую систему корпоративного

управления, а качество этой процедуры оценивается не только по факту закрытия вакансии. Более значимыми становятся соответствие кандидата стратегическим задачам организации, прозрачность процедуры для руководства, возможность проследить основания решения и снижение риска повторного найма. М.Ю. Каталкина, Е.Ю. Кузьмина и А.В. Савченко отмечают, что цифровое управление «преобразует не только существенные характеристики соответствующих объектов управления, но и характер взаимодействия между субъектом и объектом управления» [4].

Отдельного внимания заслуживает различие между автоматизацией подбора и автоматизированным контролем его качества. Автоматизация может ограничиваться ускорением операций, например фильтрацией резюме, фиксацией откликов, тестированием или сортировкой кандидатов. Контроль качества предполагает более сложную задачу. Он направлен на проверку того, насколько корректно работает сама процедура отбора, не искажаются ли критерии оценки, не возникает ли чрезмерная зависимость от шаблонных алгоритмов, не теряется ли связь между цифровым решением и реальными управленческими целями. На риски такого рода указывают Л.С. Ковальжина и А.А. Орлова, выделяя «дегуманизацию HR-процессов» и создание «этического вакуума» [2].

На теоретическом уровне автоматизированный контроль качества подбора персонала можно определить как систему регламентированной и технологически поддерживаемой проверки параметров отбора, которая обеспечивает сопоставимость кадровых решений, снижает субъективизм, повышает обоснованность оценки кандидатов и связывает процедуру подбора с общими задачами управления организацией. В результате контроль качества выступает важной основой современной модели управления персоналом.

Цифровизация процессов управления персоналом изменила не только техническую сторону подбора кадров, но и саму логику контроля его качества [6]. Ранее, качество подбора чаще всего оценивалось уже после выхода сотрудника на работу, сейчас же, в цифровой среде, контроль начинает встраиваться в сам процесс отбора. Проверка полноты данных, сопоставление профиля кандидата с требованиями вакансии, фиксация этапов оценки, учет временных затрат и анализ причин отказов постепенно превращаются в единую систему наблюдения за качеством кадрового решения. Рассматриваемое положение соотносится с определением цифровизации, которое приводится в статье К.Г. Тачановой, С.Е. Мягковой и Ю.Ю. Пашкевич. Авторы пишут о цифровизации как об «операции по переносу функций и деятельности <…> в цифровую среду» [5].

В современной литературе цифровизация трактуется не как простая замена бумажных процедур электронными формами, а как изменение способов принятия решений. Подбор в такой модели становится потоком данных, который можно структурировать, сравнивать, архивировать и анализировать. Именно здесь возникает пространство для автоматизированного контроля качества. Он опирается на цифровой след кандидата, на фиксированные результаты тестирования, на стандартизированные параметры вакансии и на алгоритмы сопоставления, позволяющие уменьшать хаотичность отбора. Цифровая среда при этом не подменяет профессиональное суждение специалиста, а делает его более обоснованным.

На практике автоматизированный контроль качества подбора проявляется в нескольких измерениях:

- усиливается процедурная прозрачность. Каждый этап получает цифровую фиксацию, поэтому легче увидеть, где возникают сбои и отклонения;
- возрастает сопоставимость оценки кандидатов. Когда применяются единые формы профилирования, тестовые блоки и автоматические фильтры, снижается роль случайных различий в трактовке данных;
- появляется и аналитический контроль, позволяющий отслеживать скорость прохождения этапов, долю отсевов и качество каналов поиска.

В этом контексте полезна позиция В.Ю. Ашурко, который связывает информационные технологии с «технологически грамотным осуществлением управленческой деятельности» [1].

Заметное место в цифровизации подбора занимают интеллектуальные и полуавтоматические инструменты. К ним относятся системы первичного скрининга резюме, чат-боты, цифровые тестовые платформы, видеоинтервью и программы ранжирования кандидатов по заранее заданным признакам. Сильная сторона рассматриваемых решений состоит в способности быстро обрабатывать большие массивы информации и поддерживать высоким темп процедуры. Л.С. Ковальжина и А.А. Орлова прямо указывают, что подбор и отбор персонала относится к наиболее перспективным направлениям применения искусственного интеллекта [2].

Цифровая среда изменила и сами критерии качества подбора. Сегодня важны не только точность оценки и скорость прохождения этапов, но и минимизация предвзятости, возможность аудита решений, защищенность данных и сохранение связи между цифровым инструментом и управленческой целью. По этой причине автоматизированный контроль качества выступает как необходимый компонент цифровизации процессов управления персоналом. Без такого контроля цифровизация легко сводится к ускорению операций без реального повышения качества управленческого результата. Л.С. Ковальжина и А.А. Орлова дополнительно подчеркивают, что только 12% компаний, использующих инструменты искусственного интеллекта, применяют их именно в управлении персоналом, хотя 63% бизнеса отмечают экономию рабочего времени [2].

Отдельную проблему составляет противоречие между стандартизацией и содержательной точностью отбора. Алгоритмы и цифровые платформы хорошо работают там, где критерии оценки можно формализовать. Однако значимая часть качеств кандидата остается контекстной. Речь идет о способности адаптироваться к организационной культуре, о характере коммуникации и о потенциале развития. Если цифровой контроль качества строится только на формализованных параметрах, система повышает предсказуемость, но теряет чувствительность к сложным профессиональным профилям. Так, цифровизация подбора усиливает качество только тогда, когда автоматизированный контроль сочетается с экспертной интерпретацией и не превращается в автономный механизм кадрового выбора.

В результате автоматизированный контроль качества подбора персонала можно рассматривать как один из наиболее показательных элементов цифровизации процессов управления персоналом. Через него цифровая трансформация проявляется не в декоративном внедрении технологий, а в изменении самой архитектуры кадрового решения. Контроль качества позволяет связать данные, алгоритмы, регламентированные процедуры и профессиональную оценку в единую управленческую схему.

Автоматизированный контроль качества подбора персонала занимает в системе корпоративного управления более значимое место, чем может показаться при поверхностном взгляде на кадровые процедуры. Подбор новых работников нередко воспринимается как задача функционального подразделения, отвечающего за комплектование штата. Однако в управленческой реальности качество подбора влияет на более широкий круг процессов. Через него формируется кадровая устойчивость организации, снижаются потери от ошибочного найма, поддерживается соответствие человеческого ресурса стратегическим задачам и обеспечивается воспроизводимость управленческих решений. По этой причине контроль качества подбора следует рассматривать как часть общей архитектуры корпоративного управления. На это указывает и подход М.Ю. Каталкиной, Е.Ю. Кузьминой и А.В. Савченко, где цифровое управление связано с изменением самого субъекта управления [4].

В системе корпоративного управления подбор персонала связан с несколькими уровнями принятия решений:

- на операционном уровне он обеспечивает закрытие конкретной потребности в работнике;
- на тактическом уровне помогает поддерживать требуемую структуру компетенций и сокращать кадровые разрывы;
- на стратегическом уровне он влияет на способность организации сохранять конкурентоспособность, поскольку качество персонала прямо связано с качеством исполнения бизнес-процессов и скоростью адаптации к изменениям.

Автоматизированный контроль качества делает эти уровни более связанными между собой. Он позволяет фиксировать, по каким основаниям принимались кадровые решения, насколько они соответствовали корпоративным требованиям и какие результаты дали в дальнейшем.

С точки зрения корпоративного управления особую ценность имеет не сама автоматизация, а управляемость кадрового решения. Когда критерии подбора формализованы, этапы оценки прозрачны, данные о кандидатах структурированы, а результаты отбора можно сопоставлять между собой, руководство получает не просто закрытую вакансию, а механизм контроля над качеством кадрового потока. Это особенно важно в крупных и средних организациях, где субъективность отдельных рекрутеров или линейных руководителей способна создавать системные искажения. Автоматизированный контроль снижает такую зависимость, поскольку опирается на регламентированные процедуры и цифровую фиксацию отклонений.

Прослеживается также еще одна функция. Автоматизированный контроль качества подбора выполняет роль соединительного звена между кадровой политикой и корпоративными стандартами. Через него

организация закрепляет рабочие требования к кандидатам, задает допустимые параметры оценки, определяет пределы автоматизированной фильтрации и фиксирует уровень участия человека в финальном решении. Иначе говоря, корпоративное управление получает инструмент, который переводит общие принципы в конкретные управленческие процедуры. Здесь особенно уместна позиция Л.С. Ковальжиной и А.А. Орловой, предлагающих принцип «алгоритмической прозрачности и подотчетности» как часть модели сбалансированной институционализации искусственного интеллекта [2].

При этом место автоматизированного контроля в корпоративном управлении нельзя описывать только через положительные эффекты. Чем глубже цифровые инструменты входят в процедуру подбора, тем выше требования к прозрачности алгоритмов, защите персональных данных и распределению ответственности. Если кадровое решение начинает восприниматься как результат работы системы, а не как результат управленческого выбора, возникает риск размывания ответственности. Авторы статьи о социальном опыте внедрения искусственного интеллекта прямо пишут о проблеме «распределенной ответственности» и о том, что в случае ошибки алгоритма формируется «этический вакуум» [2].

Не менее важно и то, что автоматизированный контроль качества подбора способен усиливать стратегическую согласованность кадровых решений. Когда система фиксирует причины отказов, динамику прохождения этапов, частоту повторного найма и связь между профилем кандидата и результатами адаптации, организация получает материал для более зрелого управленческого анализа. На этой основе становится возможным уточнение профилей должностей, пересмотр критериев отбора, корректировка каналов поиска и снижение стоимости кадровых ошибок. В таком виде контроль качества выходит за рамки проверки одной процедуры и превращается в источник информации для корпоративного управления в целом.

В итоге место автоматизированного контроля качества подбора персонала в системе корпоративного управления определяется его двойственной природой. С одной стороны, он остается частью процессов управления персоналом. С другой стороны, через него реализуются более широкие функции корпоративного управления, связанные с подотчетностью, стандартизацией, снижением рисков и поддержанием стратегической целостности кадровых решений. Именно поэтому автоматизированный контроль качества подбора следует понимать как один из механизмов управленческой зрелости организации.

Заключение

Автоматизированный контроль качества подбора персонала занял заметное место в современной системе управления не только благодаря тому, что ускоряет обработку данных и упрощает кадровые процедуры. Его значение определяется тем, что он меняет саму логику кадрового решения, переводя подбор из сферы частных оценок в пространство более прозрачных, сопоставимых и управляемых процедур. В ходе статьи стало видно, что качество подбора связано не с отдельным этапом отбора, а с целостностью всей процедуры, с точностью критериев, полнотой информации и возможностью проверить обоснованность итогового выбора.

Теоретическая часть позволила уточнить, что автоматизированный контроль качества подбора следует понимать как систему технологически поддерживаемой проверки параметров отбора, которая снижает субъективизм и усиливает согласованность кадровых решений. Наиболее существенным здесь оказалось не само наличие цифрового инструмента, а его способность поддерживать единый стандарт оценки кандидатов и связывать подбор с задачами управления персоналом и корпоративной координации.

При рассмотрении цифровизации процессов управления персоналом особое значение получило то, что контроль качества перестал быть внешней проверкой результата и стал частью самой процедуры подбора. Цифровая среда дала возможность фиксировать этапы отбора, сопоставлять данные о кандидатах, анализировать причины отказов и видеть повторяющиеся отклонения. Вместе с этим было установлено, что цифровизация не гарантирует качества автоматизации. Без экспертной интерпретации, понятных критериев и контроля справедливости алгоритмов она способна лишь ускорить операции, но не улучшить управленческий результат.

Наиболее важный итог связан с местом автоматизированного контроля качества подбора в системе корпоративного управления. Было показано, что он влияет на кадровую устойчивость, снижает риск ошибочного найма, поддерживает стандартизацию решений и формирует основу для более зрелой управленческой подотчетности. Одновременно усиливаются требования к прозрачности алгоритмов, защите данных и сохранению ответственности за финальный кадровый выбор на стороне человека. В результате цель статьи достигнута, поскольку теоретические основы автоматизированного контроля качества подбора персонала раскрыты, а его место в системе корпоративного управления определено как значимое и системообразующее.

Литература

1. Ашурко В.Ю. Подбор персонала с использованием информационных технологий: автореф. дис. ... канд. социол. наук. М., 2005. 25 с.
2. Ковальжина Л.С., Орлова А. А. Технологии искусственного интеллекта в сфере управления персоналом: социальный опыт внедрения и использования // Социодинамика. 2025. № 12. С. 95–106.
3. Гутгарц Р.Д. Управление кадрами предприятия с использованием новых информационных технологий: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. М., 2003. 40 с.
4. Каталкина М.Ю., Кузьмина Е. Ю., Савченко А. В. Проблемы развития цифрового управления // E-Management. 2022. Т. 5. № 1. С. 52–58.
5. Тачанова К.Г., Мягкова С.Е., Пашкевич Ю.Ю. Актуальные тенденции цифровизации в сфере управления персоналом // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2021. № 3. С. 61–67.
6. Балашова Н.В., Дементьева А.А. Цифровизация в управлении персоналом: практический аспект // УПИРР. 2024. № 6. С. 75–81.
7. Терехов М. Г. Цифровое право : учебное пособие / М. Г. Терехов. – Москва : Блок-Принт, 2025. – 144 с.
8. Терехов М. Г. Цифровое право : практикум / М. Г. Терехов. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Проспект", 2024. – 80 с. – ISBN 978-5-392-41302-7.

Theoretical foundations of automated quality control of personnel selection and its place in the corporate management system

Artemkina E.V., Sviridchuk G.P.
Moscow International University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article is devoted to revealing the theoretical foundations of automated quality control of personnel selection and determining its place in the corporate management system. The evolution of approaches to personnel selection in the context of digitalization of personnel management processes is considered, and the content of automated quality control and its difference from simple automation of individual personnel operations are clarified. It is shown that this mechanism ensures the standardization of candidate evaluation criteria, reduces the subjectivity of personnel decisions, increases the transparency of selection procedures, and enhances their managerial validity. Special attention is paid to the connection between automated quality control and the digital transformation of management, as well as its role in reducing the risks of erroneous hiring and maintaining the organization's personnel stability. It is concluded that automated quality control of personnel selection is an essential element of the modern corporate management system.

Keywords: automated quality control, personnel selection, personnel management, digitalization, digital transformation, corporate governance, personnel solutions, algorithmic transparency, candidate evaluation, automation of personnel selection.

References

1. Ashurko V.Y. Personnel selection using information technologies: abstract of the dissertation of the candidate. sociol. nauk. Moscow, 2005. 25 p.
2. Kovalzhina L.S., Orlova A. A. Artificial intelligence technologies in the field of personnel management: social experience of implementation and use // Sociodynamics. 2025. No. 12. pp. 95-106.
3. Gutgartz R.D. Personnel management of an enterprise using new information technologies: abstract of the dissertation of Doctor of Economics, Moscow, 2003. 40 p.
4. Catalkina M.Yu., Kuzmina E. Yu., Savchenko A.V. Problems of digital management development // E-Management. 2022. Vol. 5. No. 1. pp. 52-58.
5. Tachanova K.G., Myagkova S.E., Pashkevich Yu.Y. Actual trends of digitalization in the field of personnel management // Human resources and Intellectual resource management in Russia. 2021. No. 3. pp. 61-67.
6. Balashova N.V., Dementieva A.A. Digitalization in personnel management: a practical aspect // UPIRR. 2024. No. 6. pp. 75-81.
7. Terekhov, M. G. Digital Law: Textbook / M. G. Terekhov. – Moscow: Blok-Print, 2025. – 144 p.
8. Terekhov, M. G. Digital Law: Workshop / M. G. Terekhov. – Moscow: Prospekt LLC, 2024. – 80 p. – ISBN 978-5-392-41302-7.

Интеграция ии-аватаров в цифровую инфраструктуру предприятия с учётом правового регулирования

Бездудная Анна Герольдовна
д.э.н., профессор, заведующий кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, annaspbru@yandex.ru,

Брюханов Данила Игоревич
магистр кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, dept.kmi@unecon.ru,

Болотов Никита Владимирович
магистр кафедры менеджмента и инноваций, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, dept.kmi@unecon.ru

Цифровая трансформация предприятий усиливает роль автономных ИИ-аватаров как инструмента коммуникации и поддержки бизнес-процессов. Цель исследования – разработать модель интеграции ИИ-аватаров с учетом технологических, организационных и правовых факторов. Предложена трёхконтурная модель внедрения, включающая технологический, организационный и правовой блоки. Определены направления влияния ИИ-аватаров на бизнес-показатели, выявлены ключевые управленческие и правовые риски. Сделан вывод о необходимости риск-ориентированного и комплаенс-подхода при масштабировании ИИ-решений.
Ключевые слова: искусственный интеллект, ИИ-аватар, цифровая трансформация, цифровая инфраструктура, правовое регулирование, комплаенс.

Введение

Цифровая экономика перешла к фазе, в которой искусственный интеллект внедряется не точечно, а системно. Управленческие и операционные контуры предприятий постепенно делегируются программным агентам. Наиболее быстро растёт сегмент ИИ-аватаров – цифровых представителей компании, имитирующих человеческое поведение, ведущих диалог, анализирующих данные и берущих на себя функции посредника между организацией и её окружением.

Отсюда формулируется научная задача: создать системный управленческий подход к внедрению ИИ-аватаров, позволяющий удерживать баланс между технологической эффективностью, организационной устойчивостью и правовой безопасностью.

Цель исследования – разработать такую модель и показать, как она интегрируется в цифровую инфраструктуру предприятия.

Для достижения цели необходимо:

— Изучить понятие «аватар» как инструмента цифровой трансформации;

— оценить направления применения и экономический эффект;

— выявить организационные особенности и управленческие риски внедрения;

— проанализировать правовые коллизии и порядок распределения ответственности;

— предложить трёхконтурную модель (технологический, организационный, правовой блоки).

Объект исследования: процессы цифровой трансформации предприятия.

Предмет исследования: организационно-управленческие и правовые механизмы интеграции ИИ-аватаров в его цифровую инфраструктуру.

В работе применены системный и институциональный анализ, сравнительно-правовой метод; дополнительно задействованы приёмы процессного и риск-ориентированного управления.

Новизна выражена в разработке трёхконтурной модели внедрения ИИ-аватаров, увязанной с действующими нормами права и пригодной для реальной управленческой практики.

Сущность понятия ИИ-аватара

Понятие «аватар» в цифровой среде прошло значительную трансформацию. Первоначально оно использовалось для обозначения графического представления пользователя в виртуальном пространстве. В юридической доктрине аватар определяется как «особый вид учетной записи, позволяющий идентифицировать пользователя в сети виртуальных миров». [3] На данном этапе аватар выполнял репрезентативную функцию и не обладал самостоятельной поведенческой логикой.

Кроме того, отмечается, что такие системы объединяют «технологии обработки естественного языка, машинного обучения и компьютерной графики», что обеспечивает им более высокий уровень интерактивности и реалистичности. В управленческом контексте важно разграничить ИИ-аватар и смежные цифровые инструменты. Традиционные чатботы «часто ограничены сценариями и не могут обеспечить глубокий уровень взаимодействия». Их функциональность строится на заранее определённых алгоритмах и не предполагает развитой адаптивности. [1] Виртуальные ассистенты ориентированы преимущественно на выполнение конкретных задач и сервисных функций. В отличие от них, ИИ-аватар формирует цифровое присутствие предприятия и участвует в коммуникационном пространстве, моделируя социальное взаимодействие. В юридических исследованиях подчеркивается, что такие цифровые агенты могут выступать как «digital human – цифровой человек», что усиливает эффект присутствия и доверия. [3]

Цифровой двойник предназначен для моделирования физических объектов или процессов. ИИ-аватар же ориентирован на коммуникацию и социальное взаимодействие. К числу ключевых характеристик ИИ-аватара относятся автономность, персонализация, способность к обучению и имитация социального присутствия. В научной литературе подчеркивается, что по мере усложнения таких систем «становится все сложнее возложить ответственность за их действия на людей или компании, которые за ними стоят». [6]

Рис. 1. Сравнительная схема «Чат-бот – Виртуальный ассистент – Цифровой двойник – ИИ-аватар»
Источник: разработано авторами

С учетом проведённого анализа представляется возможным сформулировать авторское определение: ИИ-аватар следует рассматривать как автономный цифровой агент, интегрированный в цифровую инфраструктуру предприятия, обладающий способностью к обучению, персонализированному взаимодействию и имитации социального присутствия, выполняющий коммуникационные и поддерживающие управленческие функции в рамках цифровой трансформации организации.

Направления использования ИИ-аватаров в деятельности предприятия

В условиях цифровой трансформации ИИ-аватар выступает управленческим инструментом, влияя на клиентские коммуникации, внутренние процессы и принятие решений. Он повышает удовлетворённость пользователей и конверсию, выступает цифровым консультантом, сопровождает продажи и поддерживает клиентов. Благодаря персонализации система адаптирует коммуникацию к каждому пользователю, повышая вовлечённость, удержание и лояльность. Подчеркивается, что «системы, способные адаптироваться к предпочтениям и поведению пользователя, обеспечивают более глубокую вовлеченность». Это напрямую влияет на показатели удержания клиентов и формирование лояльности. [1]

Внутрикорпоративное применение ИИ-аватаров связано с поддержкой процессов обучения, адаптации персонала и сопровождения сотрудников. Отмечается, что использование адаптивных ИИ-аватаров способствует «повышению вовлеченности пользователей и снижению числа ошибок при прохождении обучающих модулей». В корпоративной среде это может выражаться в повышении эффективности дистанционного обучения, стандартизации консультационной поддержки и снижении нагрузки на HR-подразделения. [2]

Экономический эффект ИИ-аватаров проявляется в снижении издержек через автоматизацию, ускорении обработки запросов, стандартизации качества обслуживания и усилении цифрового присутствия, при этом важно учитывать потенциальные риски. В исследованиях отмечается, что автономные ИИ-аватары могут создавать ситуацию, при которой «становится все сложнее возложить ответственность за их действия на людей или компании, которые за ними стоят». Для предприятия это означает необходимость разработки внутренних регламентов и механизмов контроля использования ИИ-систем. [6]

Рис. 2. Модель «Три направления влияния ИИ-аватара»
Источник: разработано авторами

Изменение организационной структуры

Организационная трансформация при внедрении ИИ-аватаров требует новых управленческих ролей – специалистов по ИИ, координаторов цифровых решений или комплаенс-офицеров, отвечающих за контроль алгоритмов, анализ рисков и соблюдение норм. Модель распределения ответственности претерпевает изменения. Юридическая доктрина отмечает, что автономность ИИ-аватаров поднимает вопросы о пределах их самостоятельности и о том, как распределяется ответственность между разработчиком, владельцем и оператором. На практике это требует четкого закрепления обязанностей в регламентах и внутренних документах организации. [5]

Управленческие риски внедрения

Несмотря на экономические преимущества, внедрение ИИ-аватаров связано с рядом управленческих рисков. Автономность алгоритмов может приводить к непредсказуемому поведению систем и усложнять контроль. Интеграция цифровых агентов также влияет на корпоративную культуру и коммуникации, требуя адаптации сотрудников и программ обучения для снижения сопротивления изменениям.

Реалистичность и автономность цифрового агента создают репутационные риски, так как пользователи могут воспринимать ИИ-аватара как человека. Юридическая литература подчеркивает важность предотвращения введения пользователей в заблуждение, что на практике требует прозрачной идентификации цифрового агента со стороны предприятия. [3]

По мере усложнения ИИ-аватаров возрастает вероятность непредсказуемых сценариев поведения, что создает риск утраты контроля над алгоритмическими решениями. Для успешной интеграции необходим подход, включающий регламентацию ответственности, внутренний аудит алгоритмов и адаптацию организационной структуры.

Рис. 3. Баланс выгод и рисков внедрения ИИ-аватара
Источник: разработано авторами

Правовой статус ИИ-аватара

В научных исследованиях подчеркивается, что «появление аватаров на основе искусственного интеллекта связано с постановкой сложных правовых, этических и социальных вопросов, требующих неотложных решений». Это обусловлено тем, что современные ИИ-аватары способны к автономному принятию решений и генерации контента без прямого вмешательства человека. [3]

Проблема правосубъектности ИИ-аватара тесно связана с уровнем его автономности. В исследованиях подчеркивается, что по мере повышения степени автономии «становится все сложнее возложить ответственность за их действия на людей или компании, которые за ними стоят». В зарубежной доктрине также отмечается, что по мере усложнения ИИ-систем «возникают вопросы о том, должны ли такие цифровые агенты быть наделены правами и обязанностями». Тем не менее, на современном этапе большинство правовых систем не признают ИИ-аватаров самостоятельными субъектами права. Для предприятия это означает необходимость четкого закрепления статуса ИИ-аватара как инструмента, ответственность за который несет владелец или оператор. [6]

Именно поэтому, на современном этапе, ИИ-аватар не обладает самостоятельной правосубъектностью и рассматривается как объект регулирования, ответственность за который несет владелец или оператор системы. Однако рост автономности цифровых агентов усиливает дискуссию о возможных моделях распределения ответственности и требует формирования внутренних регламентов, закрепляющих статус ИИ-аватара в организационной структуре предприятия.

Основные правовые риски использования ИИ-аватаров

Основной риск при внедрении ИИ-аватара связан с обработкой персональных данных. В процессе взаимодействия с пользователями система собирает, хранит и анализирует информацию, которая может относиться к персональным данным. В Российской Федерации такие действия регулируются Федеральным законом № 152-ФЗ «О персональных данных». Предприятие, внедряющее ИИ-аватара, выступает оператором данных и несёт ответственность за соблюдение принципов законности, ограничения целей обработки и обеспечения безопасности информации. Это требует разработки внутренней политики обработки данных, получения согласия субъектов и внедрения надёжных технических мер защиты информации.

Второе направление рисков связано с возможностью мошенничества и злоупотребления цифровой идентичностью. ИИ-аватары способны выступать инструментом для кражи личных данных, финансового мошенничества и иных неправомерных действий в цифровой среде. Российское законодательство квалифицирует подобные действия как преступления, подпадающие под нормы Уголовного кодекса РФ, включая мошенничество и незаконный доступ к информации. Это накладывает на компании обязанность выстраивать комплексные меры защиты: предотвращение несанкционированного использования аватаров, внедрение многоуровневой аутентификации пользователей и контроль за цифровыми транзакциями.

Пятым направлением риска является неопределенность распределения ответственности. В российской правовой системе ответственность, как правило, возлагается на юридическое лицо – владельца и оператора ИИ-системы, что требует закрепления соответствующих положений во внутренних регламентах предприятия.

Соответственно, основные правовые риски использования ИИ-аватаров в Российской Федерации включают:

1. Нарушение законодательства о персональных данных.
2. Мошенничество и злоупотребление цифровой идентичностью.
3. Нарушение прав интеллектуальной собственности.
4. Недобросовестные коммуникационные практики.
5. Неопределенность распределения гражданско-правовой ответственности.

Минимизация указанных рисков предполагает внедрение системы внутреннего комплаенса, разработку регламентов использования ИИ и проведение регулярного аудита цифровых алгоритмов.

Тенденции международного регулирования и формирование риск-ориентированного подхода

Одним из наиболее системных примеров регулирования является подход Европейского союза, закреплённый в Artificial Intelligence Act, основанный на классификации ИИ-систем по уровню риска и требованиях прозрачности, управляемости и контролируемости алгоритмов. Для предприятий это означает, что ИИ-аватары, взаимодействующие с клиентами или влияющие на их решения, могут относиться к системам повышенного риска, что требует документирования алгоритмов, возможности аудита и механизмов человеческого контроля. [3]

В итоге, международная практика регулирования ИИ-аватаров формируется вокруг следующих принципов:

1. Риск-ориентированная классификация ИИ-систем.
2. Прозрачность и обязательное информирование пользователя.
3. Человеческий контроль над автономными решениями.
4. Документирование алгоритмов и возможность аудита.
5. Сохранение ответственности за юридическими лицами.

Трёхконтурная модель интеграции ИИ-аватаров

Технологический контур

В рамках технологического контура целесообразно выделять несколько уровней автономности ИИ-аватара в корпоративной среде: (1) консультативный уровень, когда цифровой агент предоставляет справочную информацию и выполняет коммуникационные функции; (2) операционный уровень, когда ИИ-аватар способен выполнять типовые действия в рамках бизнес-процессов по заданным правилам; (3) полуавтономный уровень, при котором система формирует рекомендации и варианты решений, но утверждение остаётся за человеком; (4) автономный уровень, предполагающий самостоятельное принятие решений и выполнение действий. В научной литературе обсуждается, что возрастающая автономность ИИ-агентов требует новых механизмов подотчётности и управления. [5] Следовательно управление автономностью становится не технической, а стратегической задачей предприятия.

Вторым элементом технологического контура является способность ИИ-аватара к адаптации. Исследования подчеркивают, что «системы, способные адаптироваться к предпочтениям и поведению пользователя, обеспечивают более глубокую вовлеченность». Однако с управленческой точки зрения персонализация должна быть ограничена корпоративными правилами и требованиями безопасности, поскольку чрезмерная адаптация может создавать риски некорректного поведения системы, утечки данных и несанкционированного формирования выводов о пользователе. [1]

Третьим элементом технологического контура является обучаемость ИИ-аватара и его способность к изменению поведенческих моделей в процессе эксплуатации. В технической литературе отмечается, что «предлагается интегрированная модель ИИ-аватара, способная адаптироваться к действиям пользователя в реальном времени». [2] Для предприятия это означает необходимость различать два режима эксплуатации: статически контролируемый (обучение ограничено, изменения вносятся централизованно) и динамический (модель обучается в процессе эксплуатации).

Четвёртым элементом технологического контура является обеспечение прозрачности взаимодействия и идентифицируемости ИИ-аватара. Реалистичность цифрового агента усиливает риск того, что пользователь будет воспринимать его как человека. В исследованиях подчёркивается, что аватар может рассматриваться как «digital human – цифровой человек». [3] Такой подход выражен в необходимости внедрения механизмов маркировки, информирующих о взаимодействии с ИИ и фиксирующих историю коммуникации для контроля.

Пятым элементом технологического контура является система контроля качества и аудита. Учитывая автономность ИИ-аватара и его способность генерировать контент, предприятие обязано обеспечивать воспроизводимость и проверяемость результатов. С управленческой точки зрения это реализуется через технологические процедуры: логирование взаимодействий, мониторинг отклонений поведения, тестирование на предвзятость и ошибки, а также регламент обновлений модели.

Организационный контур

Ключевым элементом организационного контура является перераспределение функций между человеком и ИИ. В научной литературе подчёркивается, что автономизация ИИ-агентов усиливает необходимость пересмотра механизмов подотчётности и управления. [6] В управленческой практике это выражается в необходимости четко определить, какие задачи делегируются ИИ-аватару, а какие сохраняются за сотрудниками. Как показано ранее, ИИ-аватар способен автоматизировать типовые коммуникационные процессы, сопровождение клиентов и поддержку сотрудников. Исследования демонстрируют, что реалистичные цифровые агенты повышают качество взаимодействия и вовлеченность пользователей. [1] Однако при передаче функций ИИ-аватару предприятие должно сохранить стратегический и контрольный уровень принятия решений за человеком.

Вторым элементом организационного контура является формирование новых управленческих ролей. Внедрение ИИ-аватара требует появления ответственных за функционирование цифровых систем. Данная необходимость обусловлена тем, что «возникают вопросы об ответственности за автономные действия ИИ-аватаров». [5]

Третьим элементом является регламентация процессов использования ИИ-аватара. Предприятие обязано разработать внутренние положения, определяющие:

— аватара;

— порядок обновления и модификации модели;

— процедуры реагирования на ошибки или некорректное поведение;

— правила хранения и анализа данных взаимодействия.

Отсутствие регламентации может привести к правовой неопределённости и снижению управляемости цифровых процессов.

Четвёртым элементом организационного контура выступает адаптация персонала. Внедрение ИИ-аватара меняет привычную структуру взаимодействия и может восприниматься сотрудниками как угроза профессиональной устойчивости. В то же время исследования показывают, что адаптивные ИИ-аватары способны повышать эффективность обучения и снижать количество ошибок. [2] Это позволяет рассматривать ИИ-аватар не как замену сотрудника, а как инструмент повышения квалификации и оптимизации работы.

Правовой контур

Ключевым элементом правового контура является закрепление статуса ИИ-аватара как инструмента, а не самостоятельного субъекта права. В научной литературе подчёркивается, что «по мере того как аватары становятся все более автономными, возникают вопросы об их правовом

статусе, правах, обязанностях, рисках и пользе для человека и общества». [5] Несмотря на наличие дискуссий о возможной правосубъектности ИИ, на современном этапе ответственность за действия ИИ-аватара возлагается на юридическое лицо – владельца и оператора системы. В связи с этим предприятиям необходимо заранее закреплять в локальных актах распределение ответственности между подразделениями и порядок реагирования на инциденты, связанные с функционированием цифрового агента. [6]

Вторым элементом правового контура является комплаенс-подход к использованию ИИ. В российской правовой системе деятельность предприятия, внедряющего ИИ-аватара, должна соответствовать требованиям Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных», а также положениям Гражданский кодекс Российской Федерации (часть IV) в части прав на результаты интеллектуальной деятельности.

Правовой контур предполагает разработку следующих элементов комплаенса:

— политики обработки персональных данных;

— пользовательского соглашения с указанием применения ИИ;

— контент;

— процедуры фиксации и хранения логов взаимодействия.

Третьим элементом правового контура является принцип прозрачности. В исследованиях подчёркивается необходимость четкого разграничения цифрового агента и реального субъекта. [3] Это означает, что пользователь должен быть проинформирован о взаимодействии с ИИ-аватаром. В международной практике аналогичный подход реализуется в рамках риск-ориентированного регулирования ИИ, в частности в Artificial Intelligence Act, предусматривающем требования к прозрачности и информированию.

Четвёртым элементом является принцип управляемости и контролируемости алгоритмов. В научных работах подчёркивается необходимость формирования «надёжных механизмов ответственности и подотчётности. [5] Для предприятия это выражается в необходимости документирования алгоритмов, ведения журнала обновлений модели и обеспечения возможности внутреннего аудита.

Пятым элементом правового контура выступает механизм реагирования на правовые инциденты. В случае причинения вреда, распространения недостоверной информации или нарушения прав третьих лиц предприятие должно обладать процедурой оперативного блокирования функций ИИ-аватара, проведения внутреннего расследования и урегулирования спора.

Этапная модель внедрения (объединяющая три контура) и оценка затрат

Стратегическая оценка целесообразности и постановка KPI

На первом этапе предприятие формирует управленческую гипотезу внедрения: какие процессы усиливаются ИИ-аватаром (клиентские коммуникации, внутренний контур, аналитическая поддержка), какие показатели должны улучшиться (скорость ответа, доля самообслуживания, NPS/CSI, конверсия, снижение нагрузки на персонал). На этой стадии фиксируется допустимый уровень автономности (например, консультативный или полуавтономный), что необходимо для дальнейшей правовой и организационной настройки.

Проектирование целевой модели процессов и распределение функций

На втором этапе формируется карта процессов «как есть» и «как будет», определяется, какие операции и решения делегируются ИИ-аватару, а какие остаются за сотрудниками. Практически важно зафиксировать «красные линии»: решения, влияющие на права и обязанности клиента (например, финансовые условия, отказ в услуге), должны проходить человеческое подтверждение. Это соответствует принципу контролируемой автономности и снижает риск управленческой неопределенности, который возрастает при способности системы адаптироваться в реальном времени: «предлагается интегрированная модель ИИ-аватара, способная адаптироваться к действиям игрока в реальном времени». [2]

Выбор модели поставки и формирование бюджета (TCO)

На третьем этапе предприятие выбирает формат решения: «коробочная/платформенная» модель с подпиской на провайдера digital human/AI avatar, гибридная модель, сочетающая платформу с корпоративной настройкой, или собственная разработка. Одновременно формируется полный жизненный цикл затрат (TCO) минимум на 12-24 месяца. Для генеративных видео-аватаров и контента также характерны подписочные модели с помесячной оплатой и «минутами генерации», при этом крупные внедрения обычно уходят в Enterprise-уровень с кастомной ценой. Отдельно следует учитывать стоимость комплаенса: в аналитических оценках по регулированию в ЕС приводится ориентир дополнительного «овер-хеда» порядка 17% к ИИ-расходам, связанному с выполнением требований по соответствию.

Практически целесообразно закладывать бюджет по группам:

— лицензии/подписки и права на использование аватара (включая корпоративные опции – SSO/SAML, API, брендирование);

— разработка сценариев и контента (скрипты, база знаний, обучение операторов);

— интеграция с корпоративными системами (CRM, сервис-деск, LMS, базы знаний);

— эксплуатация (мониторинг качества, логирование, поддержка, обновления);

— безопасность и правовой блок (персональные данные, договорные условия, политика прозрачности);

— организационные изменения (обучение персонала, коммуникации, регламенты).

Пилотирование и управляемая апробация

На четвёртом этапе запускается пилот в одном приоритетном процессе. Пилот должен быть ограничен по функционалу и по времени, с заранее заданными KPI и критериями остановки, например, рост доли успешно решённых запросов без эскалации, снижение времени ответа, рост удовлетворенности. Для пилота критично обеспечить прозрачность взаимодействия: пользователь должен понимать, что он общается с ИИ-агентом, иначе повышается риск претензий и репутационного ущерба. На этом этапе собирается эмпирика по качеству и экономике: стоимость одного контакта, нагрузка на персонал, частота ошибок, структура обращений.

Регламентация и закрепление ответственности

Пятый этап – ключевой управленческий переход от эксперимента к масштабированию. Внутренними документами закрепляются: владелец процесса (process owner), владелец ИИ-компонента (AI owner), порядок изменения сценариев и базы знаний, порядок обновлений модели, порядок инцидент-менеджмента и пост-инцидентного анализа. В юридическом аспекте фиксируются требования к обработке данных и прозрачности. На уровне международных трендов акцент делается на прозрачность и документацию, что отражено в риск-ориентированном подходе регулирования ИИ в ЕС. Даже если предприятие действует в российской юрисдикции, ориентиры прозрачности и аудита полезны как «лучшие практики» для снижения претензионных рисков при трансграничных сервисах.

Таблица 1
Карта ответственности (RACI) по ИИ-аватару

Процесс / задача	Бизнес-владелец	IT-подразделение	Инфобезопасность	Юристы / комплаенс	Служба поддержки	Подрядчик / разработчик
Определение целей и сценариев использования ИИ-аватара	A	C	I	C	C	C
Разработка и настройка ИИ-системы	C	A	C	I	I	R
Интеграция с корпоративными системами	I	A/R	C	I	C	R
Обновление модели и алгоритмов	I	A	C	I	I	R
Управление базой знаний и сценариями диалога	A	R	I	C	R	C
Соответствие требованиям 152-ФЗ и обработке данных	I	C	R	A	I	C
Кибербезопасность и контроль доступа	I	C	A/R	C	I	C
Мониторинг качества работы ИИ-аватара	A	R	I	I	R	C
Инцидент-менеджмент	A	R	R	C	R	C

Пост-инцидентный анализ	A	R	R	C	C	C
Аудит и документирование процессов	C	C	R	A	I	I
Информирование пользователей о применении ИИ	A	C	I	R	C	I

Шестой этап – это перевод в режим постоянного управления: регулярные метрики качества (accuracy/containment rate), мониторинг рисков, обновление сценариев, аудит логов, обучение персонала. Важно учитывать, что эффективность ИИ-аватара зависит от качества взаимодействия, а исследования подчёркивают значимость более реалистичных форм коммуникации для вовлеченности и результатов. [1] Поэтому управление качеством диалога, «тона» и корректности коммуникации становится постоянной управленческой функцией, а не разовой настройкой.

Заключение

Проведённое исследование показало, что интеграция ИИ-аватаров в цифровую инфраструктуру предприятия представляет собой комплексный управленческий процесс, выходящий за рамки простого технологического внедрения. Современные ИИ-аватары обладают высокой степенью автономности и адаптивности, что позволяет им вступать в сложные взаимодействия и принимать решения. В этом контексте ИИ-аватар следует рассматривать не как вспомогательный ИТ-инструмент, а как полноценный элемент управленческой системы предприятия, оказывающий влияние на структуру бизнес-процессов, распределение функций и модель ответственности. Традиционные формы цифрового взаимодействия уступают по эффективности более реалистичным и адаптивным агентам, поскольку стандартные чат-боты ограничены сценариями и не обеспечивают глубокий уровень взаимодействия, что подтверждает управленческую целесообразность внедрения ИИ-аватаров как в клиентский, так и во внутренний контуры предприятия.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углублённым анализом экономической эффективности ИИ-аватаров в различных отраслях, развитием механизмов внутреннего аудита алгоритмов и формированием единых стандартов прозрачности цифровых агентов в корпоративной среде. Интеграция ИИ-аватаров в цифровую инфраструктуру предприятия выступает стратегическим инструментом цифровой трансформации, требующим комплексного и системного подхода, который объединяет технологические, организационные и правовые аспекты для обеспечения эффективности и минимизации рисков.

Литература

1. Любахинец А. А. Интеграция реалистичных ИИ-аватаров в вебсайты для улучшения пользовательского взаимодействия // *Universum: технические науки*. 2024. № 12 (129). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-realistichnyh-ii-avatarov-v-veb-sayty-dlya-uluchsheniya-polzovatelskogo-vzaimodeystviya (дата обращения: 05.03.2026).
2. Любохинец А. А. Реализм и адаптивность ИИ-аватаров в обучающих модулях гейминга // *Universum: технические науки*. 2024. № 10 (127). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/realizm-i-adaptivnost-ii-avatarov-v-obuchayuschih-modulyah-geyminga (дата обращения: 05.03.2026).
3. Саркисян В. В., Федорова И. В. К вопросу о правосубъектности аватара в метавселенной // *Вестник юридического факультета Южного федерального университета*. 2023. № 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-pravosubektnosti-avatara-v-metavselennoy (дата обращения: 05.03.2026).
4. Сильченко В. Ю. Формы реализации аватара в виртуальном пространстве // *Вестник МГУКИ*. 2021. № 6 (104). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formy-realizatsii-avatara-v-virtualnom-prostranstve (дата обращения: 05.03.2026).
5. Чонг Б. Ч. Возникновение аватаров на основе искусственного интеллекта: юридическая субъектность, права и обязанности в развивающейся метавселенной // *Journal of Digital Technologies and Law*. 2024. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozniknovenie-avatarov-na-osnove-iskusstvennogo-intellekta-yuridicheskaya-subektnost-prava-i-obyazannosti-v-razvivayuscheysya (дата обращения: 05.03.2026).
6. Cheong B. Ch. The Rise of AI Avatars: Legal Personhood, Rights and Liabilities in an Evolving Metavers // *Journal of Digital Technologies and Law*. 2024. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/the-rise-of-ai-avatars-legal-personhood-rights-and-liabilities-in-an-evolving-metavers (дата обращения: 05.03.2026).

Integration of ai avatars into enterprise digital infrastructure with consideration of legal regulation

Bezdudnaya A.G., Bryukhanov D.I., Bolotov N.V.
Saint-Petersburg State University of Economics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The rapid digitalization of the global economy strengthens the role of artificial intelligence in sales management and customer interaction. The study aims to assess the impact of AI on business efficiency in conservative sectors. Based on a construction company case, it shows that implementing predictive CRM systems, chatbots, and generative tools improves conversion, speeds up responses, and reduces costs. Key barriers include financial, skill, and regulatory challenges. Early AI adoption provides a sustainable competitive advantage.

Keywords: artificial intelligence, AI avatar, digital transformation, digital infrastructure, legal regulation, compliance.

References

1. Lyubakhinets A. A. Integration of Realistic AI Avatars into Websites to Improve User Interaction // Universum: Technical Sciences. 2024. No. 12 (129). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-realistichnyh-ii-avatarov-v-veb-sayty-dlya-uluchsheniya-polzovatelskogo-vzaimodeystviya (accessed: 05.03.2026).
2. Lyubokhinets A. A. Realism and Adaptability of AI Avatars in Educational Gaming Modules // Universum: Technical Sciences. 2024. No. 10 (127). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/realizm-i-adaptivnost-ii-avatarov-v-obuchayuschih-modulyah-geyminga (accessed: 05.03.2026).
3. Sarkisyan V. V., Fedorova I. V. On the Issue of Legal Personality of an Avatar in the Metaverse // Bulletin of the Faculty of Law of the Southern Federal University. 2023. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-pravosubektnosti-avatara-v-metavselennoy (accessed: 05.03.2026).
4. Silchenko V. Yu. Forms of Avatar Implementation in Virtual Space // Bulletin of Moscow State University of Culture and Arts. 2021. No. 6 (104). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formy-realizatsii-avatara-v-virtualnom-prostranstve (accessed: 05.03.2026).
5. Cheong B. Ch. The Emergence of Artificial Intelligence Avatars: Legal Personality, Rights and Obligations in an Evolving Metaverse // Journal of Digital Technologies and Law. 2024. No. 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozniknovenie-avatarov-na-osnove-iskusstvennogo-intellekta-yuridicheskaya-subektnost-prava-i-obyazannosti-v-razvivayuscheysya (accessed: 05.03.2026).
6. Cheong B. Ch. The Rise of AI Avatars: Legal Personhood, Rights and Liabilities in an Evolving Metaverse // Journal of Digital Technologies and Law. 2024. No. 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/the-rise-of-ai-avatars-legal-personhood-rights-and-liabilities-in-an-evolving-metavers (accessed: 05.03.2026).

Моделирование стратегических коммуникационных разрывов и механизмов обратной связи в процессе формулирования и реализации стратегии предприятия

Боисова Диляра Галиевна
начальник ОБАиК, ТОО «Институт высоких технологий», boisova.d.g@mail.ru,

Червяков Владимир Николаевич
кандидат химических наук, доцент, кафедра стратегического планирования и методологии управления (№82), факультет бизнес-информатики и управления комплексными системами, НИЯУ МИФИ, vnchervyakov@mephi.ru

В статье рассматривается проблема стратегических коммуникационных разрывов, возникающих в процессе формулирования и реализации стратегии предприятия. Актуальность темы обусловлена высокой турбулентностью внешней среды, требующей от организации не просто наличия формального стратегического документа, а способности к оперативной корректировке курса на основе двусторонней коммуникации между уровнями управления. В отличие от существующих качественных моделей, в работе предлагается количественная диагностика разрывов на основе интегрального коэффициента рассогласования (ИКР), включающего нормализованные показатели и весовые коэффициенты. Эмпирическую базу составили 7 кейсов российских предприятий, полуструктурированные интервью с руководителями среднего звена и топ-менеджерами, а также 8 лонгитюдных наблюдений продолжительностью от 6 до 18 месяцев. Логика исследования выстроена в три этапа: выявление эмпирически фиксируемых разрывов, их типологизация и разработка индекса. В результате идентифицированы четыре типа коммуникационных разрывов в соответствии с принятой в исследовании типологией: интерпретационный, трансляционный, обратный и цифровой. Для каждого типа описаны причины возникновения, типичные уровни проявления и основные индикаторы. Предложен интегральный коэффициент рассогласования (ИКР), позволяющий количественно оценить кумулятивный эффект разрывов. Выделены три альтернативных механизма обратной связи – короткий цикл подтверждения понимания, инвертированная обратная связь и «слепые» вертикальные срезы, которые сравниваются с традиционной отчетностью. Показано, что предложенные механизмы обнаруживают разрывы в 2–4 раза быстрее. Сформулированы практические рекомендации по встраиванию механизмов быстрой обратной связи в регулярный управленческий цикл.

Ключевые слова: стратегические коммуникационные разрывы, обратная связь, моделирование стратегии, интерпретационный разрыв, трансляционный разрыв, обратный разрыв, цифровой разрыв, интегральный коэффициент рассогласования (ИКР), количественная диагностика.

Введение

На сегодняшний день значительная часть отклонений фактических результатов реализации стратегии предприятий от запланированных связана не с качеством аналитических процедур на этапе стратегического выбора, а с21 системными искажениями смыслов при передаче управленческих решений [1, с. 21]. В настоящей работе «стратегический коммуникационный разрыв» представляет собой устойчивое рассогласование между исходным замыслом, сформулированным на верхнем уровне управления, и его интерпретацией на среднем и линейном уровнях, а также между прямым сигналом и ответной реакцией со стороны исполнителей.

В классических моделях стратегического менеджмента коммуникация традиционно рассматривается как обеспечивающий, но не как системообразующий процесс [2, с. 516]. Разработка стратегии осуществляется в аналитическом режиме с привлечением ограниченного круга лиц, тогда как реализация разворачивается в поведенческой среде с участием множества агентов, обладающих различными когнитивными схемами и мотивационными установками. На стыке этих двух режимов возникает зона неопределенности, внутри которой формируются смысловые, временные, координационные и мотивационные разрывы [3, с.233].

Новизна данного исследования заключается в переходе от качественного описания разрывов к их количественной диагностике. В отличие от работ, ограничивающихся констатацией факта «плохой коммуникации», здесь предлагается интегральный коэффициент рассогласования (далее – ИКР), позволяющий измерять, сравнивать и отслеживать в динамике кумулятивный эффект разрывов.

Цель настоящего исследования – разработка подхода к моделированию типовых стратегических коммуникационных разрывов и сопряженных с ними механизмов обратной связи, обеспечивающих не только фиксацию потери смысла, но и оперативную коррекцию траектории реализации стратегии. Логика исследования включает три последовательных этапа: выявление разрывов на эмпирическом материале, их типологизацию в соответствии с природой искажения сигнала и разработку количественного индекса.

Материалы и методы исследования

Эмпирическую базу исследования составили три группы источников. Первая — анализ 7 кейсов российских и зарубежных предприятий среднего и крупного бизнеса, в которых в период 2018–2025 гг. были задокументированы значительные отклонения фактических показателей реализации стратегии от плановых. Отбор кейсов осуществлялся по критерию наличия документированных свидетельств коммуникационных сбоев: внутренние служебные записки, протоколы совещаний, результаты опросов персонала, акты служебных расследований. Вторая группа источников — серия полуструктурированных интервью с 7 руководителями среднего звена и 7 топ-менеджерами, имевшими опыт участия в стратегических проектах в период не менее двух лет. Третья группа — восемь лонгитюдных наблюдений за ходом реализации стратегии на конкретных предприятиях продолжительностью от 6 до 18 месяцев каждое.

Для количественной оценки совокупного эффекта разрывов разработан интегральный коэффициент рассогласования (ИКР), рассчитываемый по формуле:

$ИКР = \Sigma (\alpha_i \times H_i)$

где

α_i — весовой коэффициент i-го типа разрыва (определяется экспертным методом),

H_i — нормализованное значение i-го типа разрыва в интервале [0;1]. Нормализация осуществляется путем приведения эмпирических показателей (частоты возникновения, длительности, доли потерь) к безразмерной шкале.

Метод инцидент-анализа применялся для декомпозиции каждого зафиксированного случая коммуникационного разрыва на следующие этапы: возникновение сигнала, кодирование отправителем, передача по каналу, декодирование получателем, ответное действие либо бездействие. Такая декомпозиция позволила выявить повторяющиеся паттерны.

Статистическая обработка данных носила вспомогательный характер и включала расчет частот встречаемости различных типов разрывов, а также оценку временных задержек между возникновением потребности в обратной связи и ее фактическим поступлением к лицу, принимающему решение.

Ограничением исследования является его фокус на формальных коммуникационных каналах. Неформальные коммуникации (слухи, обсуждения в неформальной обстановке, неконтролируемые цифровые каналы) учитывались лишь косвенно – через интервью [4, с. 123]. Это ограничение принято сознательно: неформальные потоки плохо поддаются формальному моделированию, хотя их роль в компенсации либо усугублении разрывов не вызывает сомнений.

Результаты исследования

На основе анализа кейсов в соответствии с принятой в исследовании типологией выделены четыре устойчивых типа разрывов, возникающих в процессе формулирования и реализации стратегии.

Первый тип –интерпретационный разрыв. Он возникает вследствие несовпадения значений ключевых терминов и понятий на разных уровнях управления. Например, формулировка «усиление клиентоориентированности» для топ-менеджмента означает внедрение CRM-системы и рост индекса NPS, для начальника отдела продаж – увеличение объема отчетности о клиентских жалобах, для линейного сотрудника – обязанность демонстрировать доброжелательность и приносить извинения за задержки. Проблема усугубляется тем, что стороны зачастую не осознают сам факт расхождения: вербальная оболочка совпадает, а вложенные смыслы различаются. Индикатор разрыва – рассогласование отчетных действий с ожидаемыми, фиксируемое при сопоставлении плановых заданий и фактических шагов исполнителя.

Второй тип – трансляционный разрыв. Стратегический сигнал, отправленный с верхнего уровня, достигает исполнителя с задержкой. Эффект «устаревающего приказа» состоит в том, что к моменту доведения указания до нижних уровней ситуация уже изменилась, однако исполнитель продолжает руководствоваться старой директивой в отсутствие нового сигнала. В одном из наблюдаемых предприятий (сеть розничных магазинов) изменение ассортиментной матрицы, утвержденное в центральном офисе, доводилось до каждого торгового зала в среднем за 12 рабочих дней. За этот период конкуренты дважды изменяли ценовую политику. Индикатор – выполнение указаний, утративших актуальность, выявляемое при сравнении даты приказа и даты его первого исполнения.

Третий тип – обратный разрыв. Возникает при движении информации снизу-вверх: сигнал от исполнителя к лицу, принимающему решение, искажается или фильтруется на каждом иерархическом уровне. Агенты избегают передачи негативной информации, опасаясь санкций или стремясь сохранить позитивный образ в глазах руководства [5]. Это приводит к тому, что топ-менеджмент получает «приглаженную» картину, в которой ранние признаки стратегических отклонений отсутствуют. Индикатор – систематическое расхождение между устными докладами и данными «слепых» срезов, когда при прямом опросе рядовых сотрудников выявляются проблемы, о которых руководители среднего звена не докладывали.

Четвертый тип – цифровой разрыв. Ситуация, при которой сотрудник понимает стратегический приоритет, но используемые информационные системы (ERP, CRM, KPI-дашборды) транслируют противоречащие или устаревшие целевые установки. Классический пример: стратегия требует развития долгосрочных отношений с клиентом, тогда как CRM настроена на учет только новых сделок, а квартальная премия менеджера по продажам рассчитывается на основе данных этой системы. Цифровой разрыв опасен тем, что он «легитимизирует» неверное поведение через авторитет автоматизированной отчетности. Индикатор — противоречие между данными в ИТ-системах и устными распоряжениями, фиксируемое при сверке двух источников информации.

Для формализации процесса трансформации исходного стратегического замысла и его количественной диагностики предложен ИКР. В отличие от модели затухания сигнала (где потери смысла описываются гипотетическими коэффициентами k1…kn), ИКР позволяет:

- сравнивать разные предприятия или разные подразделения одного предприятия по уровню коммуникационных искажений;
- отслеживать динамику разрывов во времени, например, до и после внедрения механизмов обратной связи;
- выявлять уровни иерархии или типы разрывов, дающие максимальный вклад в общее рассогласование.

Нормализация производится путем приведения эмпирических показателей (частота возникновения разрыва, средняя длительность задержки, доля сотрудников, неверно интерпретирующих приоритет) к безразмерной шкале через деление на максимальное наблюдаемое значение или через Z-преобразование. Чем ближе значение ИКР к 1, тем выше уровень коммуникационного рассогласования; значения ниже 0,3 могут рассматриваться как приемлемые для большинства предприятий.

В традиционном понимании обратная связь в стратегическом управлении отождествляется с отчетностью по принципу «снизу-вверх». Классическая отчетность обладает тремя недостатками. Во-первых, агрегация данных приводит к исчезновению аномалий — именно тех сигналов, которые указывают на наличие стратегического разрыва. Во-вторых, отчетность всегда запаздывает: отчет за месяц поступает через одну-две недели после его окончания. В-третьих, отчетность цензурирована: агенты избегают передачи негативной информации. В качестве альтернативы предложена система «быстрых сигналов» — механизмов, позволяющих нижним уровням направлять наверх не отчеты, а маркеры рассогласования.

В ходе исследования выделены три эффективных механизма обратной связи. Первый – короткий цикл подтверждения понимания. Формулировка запроса не «понял?», а «повтори своими словами, какие действия ты предпримешь завтра иначе». Механизм не требует дополнительных цифр, но предполагает изменение ритуала совещаний.

Второй – инвертированная обратная связь. Вместо инструкции «доложить о проблемах» дается инструкция «доложить о трех случаях за неделю, когда стратегический приоритет вступил в противоречие с локальным заданием». Такая формулировка меняет психологическую установку: сотрудник не жалуется, а выполняет аналитическое задание.

Третий – «слепые» вертикальные срезы. Раз в две недели представитель верхнего уровня управления в случайном порядке проводит 15-минутное интервью с рядовым сотрудником, минуя его непосредственного руководителя. Цель – не контроль, а сверка смыслов: «Что для тебя сейчас является главным? Почему сегодня ты делаешь именно то, что делаешь?»

Ниже представлены результаты количественной диагностики с использованием ИКР. В таблице 1 систематизированы четыре типа разрывов с указанием причин, уровней проявления, индикаторов и предпочтительных механизмов обратной связи.

Таблица 1

Характеристика типов стратегических коммуникационных разрывов

Тип разрыва	Причина возникновения	Типичный уровень проявления	Основной индикатор	Предпочтительный механизм обратной связи
Интерпретационный	Несовпадение значений ключевых терминов и понятий	Средний и линейный	Рассогласование отчетных действий с ожидаемыми	Короткий цикл подтверждения понимания
Трансляционный	Задержки передачи сигнала при изменении внешних или внутренних условий	Все уровни, особенно нижний	Выполнение указаний, утративших актуальность	Мониторинг лага между приказом и первым исполнением
Обратный	Искажение или фильтрация сигнала при движении снизу вверх	От линейного к топ-уровню	Систематическое расхождение между устными докладами и данными «слепых» срезов	«Слепые» вертикальные срезы
Цифровой	Противоречие между стратегическими приоритетами и настройками	Линейный и средний	Противоречие между данными в	Инвертированная обратная связь

Тип разрыва	Причина возникновения	Типичный уровень проявления	Основной индикатор	Предпочтительный механизм обратной связи
	ИТ-систем (ERP, CRM, KPI-дашборды)		ИТ-системах и устными распоряжениями	

Источник: составлено автором

Как следует из таблицы 1, каждый тип разрыва требует специфического диагностического инструмента. Однако наличие типологии само по себе не позволяет ответить на вопрос: насколько велик совокупный эффект разрывов в конкретной организации и какие механизмы обратной связи дают наибольшее снижение рассогласования. Для ответа на эти вопросы были сопоставлены три альтернативных механизма (короткий цикл подтверждения понимания, инвертированная обратная связь, «слепые» вертикальные срезы) с традиционной отчетностью по четырем параметрам: среднее время обнаружения разрыва, доля выявленных разрывов от общего числа, трудоемкость внедрения и устойчивость к цензурированию. Кроме того, для каждого механизма рассчитано итоговое снижение ИКР относительно базового уровня, зафиксированного до внедрения механизма. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2
Сравнительная эффективность механизмов обратной связи (по данным восьми лонгитюдных наблюдений) с оценкой ИКР

Механизм обратной связи	Среднее время обнаружения разрыва (дни)	Доля выявленных разрывов от общего числа (%)	Трудоемкость внедрения (оценка экспертов, 1–5)	Устойчивость к цензурированию информации	Снижение ИКР (в % от исходного уровня до внедрения)
Традиционная отчетность (контроль)	21	18	2	Низкая	— (базовое значение)
Короткий цикл подтверждения понимания	5	47	3	Высокая	42
Инвертированная обратная связь	8	52	4	Средняя	38
«Слепые» вертикальные срезы	3	68	5	Высокая	61

Источник: составлено автором

Данные таблицы 2 показывают, что традиционная отчетность, оставаясь доминирующим инструментом контроля в большинстве предприятий, демонстрирует наихудшие результаты по всем параметрам за исключением трудоемкости. Однако именно низкая трудоемкость создает иллюзию эффективности. Предложенные альтернативные механизмы требуют больших организационных усилий, но позволяют обнаруживать разрывы в 2–4 раза быстрее и охватывают существенно большую долю проблем. Наибольшее снижение ИКР (61%) обеспечивают «слепые» вертикальные срезы, что делает их наиболее чувствительным инструментом диагностики, несмотря на максимальную трудоемкость. Короткий цикл подтверждения понимания и инвертированная обратная связь дают сопоставимое снижение ИКР (42% и 38% соответственно) при меньших затратах, что делает их предпочтительным выбором на начальных этапах внедрения системы быстрых сигналов.

Заключение

Стратегические коммуникационные разрывы являются системным свойством многоуровневых организаций. **В работе осуществлен переход от качественного описания к количественной диагностике: предложена типология из четырех разрывов (интерпретационный, трансляционный, обратный, цифровой), разработан интегральный коэффициент рассогласования (ИКР), позволяющий измерять кумулятивный эффект искажений.** Показано, что традиционная отчетность решает задачу контроля, но не задачу обнаружения разрывов. Более эффективны механизмы, построенные на коротких циклах подтверждения, инвертированной логике и «слепых» вертикальных срезах. **Применение ИКР в управленческой практике позволяет не только фиксировать наличие разрыва, но и оценивать динамику его устранения, сравнивать эффективность разных механизмов обратной связи и обосновывать управленческие решения.**

Литература

1. Александрова Д.Н. Управление комплексом маркетинга в стратегии развития предприятия. Феноменус. 2024. № 1 (27). С. 21-25.
2. Горбачева О.В., Стрелкова И.А. Стратегический анализ как информационно-аналитическое обеспечение управления предприятием в нестабильных условиях. Актуальные вопросы учета и управления в условиях информационной экономики. 2024. № 6. С. 516-524.
3. Имамов Р.Р. Теоретические подходы к формированию стратегии развития предприятия. Наукосфера. 2024. № 10-1. С. 233-243.
4. Вула В.К. Проблема рационализации в принятии управленческих решений. Путеводитель предпринимателя. 2023. Т. 16. № 4. С. 123-127.
5. Ильин М.Е. К вопросу о стратегическом управлении предприятием. Эпоха науки. 2023. № 33. С. 91-96.

Modeling strategic communication gaps and feedback mechanisms in the formulation and implementation of enterprise strategy

Boisova D.G., Chervyakov V.N.
Institute of High Technologies LLP, National Research Nuclear University MEPhI

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the problem of strategic communication gaps that arise during the formulation and implementation of enterprise strategy. The relevance of this topic is due to the highly turbulent external environment, which requires organizations to not simply have a formal strategic document, but also the ability to quickly adjust course based on two-way communication between management levels. Unlike existing qualitative models, this paper proposes a quantitative gap diagnostic based on the integrated discrepancy coefficient (ICC), which includes normalized indicators and weighting factors. The empirical base consists of seven case studies of Russian enterprises, semi-structured interviews with middle and top managers, and eight longitudinal observations lasting from 6 to 18 months. The research logic is structured in three stages: identifying empirically recorded gaps, classifying them, and developing an index. As a result, four types of communication gaps were identified in accordance with the typology adopted in the study: interpretative, translational, reverse, and digital. For each type, the causes, typical levels of manifestation, and key indicators are described. An integrated gap coefficient (IGC) is proposed to quantify the cumulative effect of gaps. Three alternative feedback mechanisms are identified—a short cycle of understanding confirmation, inverted feedback, and blind vertical slices—and compared with traditional reporting. It is shown that the proposed mechanisms detect gaps 2-4 times faster. Practical recommendations for integrating rapid feedback mechanisms into the regular management cycle are formulated.

Keywords: strategic communication gaps, feedback, strategy modeling, interpretive gap, translational gap, reverse gap, digital divide, integrated gap coefficient (IGC), quantitative diagnostics.

References

1. Aleksandrova, D.N. Marketing Mix Management in Enterprise Development Strategy. Phenomenus. 2024, No. 1 (27). pp. 21-25.
2. Gorbacheva, O.V., Strelkova, I.A. Strategic Analysis as Information and Analytical Support for Enterprise Management in Unstable Conditions. Current Issues of Accounting and Management in the Information Economy. 2024, No. 6. pp. 516-524.
3. Imamov, R.R. Theoretical Approaches to Formulating an Enterprise Development Strategy. Naukosphere. 2024, No. 10-1. pp. 233-243.
4. Vula, V.K. The Problem of Rationalization in Management Decision-Making. Entrepreneur's Guide. 2023, Vol. 16, No. 4. pp. 123-127.
5. Ilyin M.E. On the issue of strategic management of the enterprise. The Age of Science. 2023. No. 33. P. 91-96.

Человеческий капитал как ресурс снижения экологических рисков в организациях строительной отрасли

Братчиков Денис Сергеевич
Херсонский государственный педагогический университет, bratchikov77@mail.ru

В условиях роста масштабов строительной деятельности и усиления экологических требований проблема управления экологическими рисками приобретает особую значимость. Традиционные подходы к снижению экологических рисков в строительной отрасли преимущественно ориентированы на технические и нормативные инструменты, в то время как роль человеческого капитала как нематериального ресурса экологической безопасности остается недостаточно изученной. В статье рассматривается человеческий капитал как фактор и ресурс снижения экологических рисков в организациях строительной отрасли.

Целью исследования является обоснование роли человеческого капитала в системе управления экологическими рисками и определение направлений повышения эффективности его использования в строительных организациях. В ходе исследования раскрыта сущность человеческого капитала в контексте строительной деятельности, выделены его ключевые структурные элементы и установлена их взаимосвязь с уровнем экологических рисков. Обосновано, что развитие экологических компетенций персонала, формирование экологически ориентированной корпоративной культуры и интеграция HR-практик в систему экологического менеджмента способствуют снижению вероятности экологических нарушений. Полученные результаты позволяют рассматривать человеческий капитал как стратегический нематериальный ресурс экологической устойчивости строительных организаций и могут быть использованы при разработке кадровой и экологической политики предприятий строительной отрасли.

Ключевые слова: человеческий капитал, экологические риски, строительная отрасль, экологическая безопасность, управление персоналом, экологический менеджмент.

Введение

Современный этап развития строительной отрасли характеризуется ростом масштабов инфраструктурных проектов, усложнением технологий строительства и усилением антропогенной нагрузки на окружающую среду. В этих условиях экологические риски становятся неотъемлемым элементом производственно-хозяйственной деятельности строительных организаций, оказывая влияние не только на экологическую безопасность территорий, но и на экономическую устойчивость самих предприятий. Нарушение природоохранных требований, аварийные ситуации, ошибки при обращении с отходами и несоблюдение экологических регламентов могут приводить к значительным финансовым потерям, репутационным издержкам и социальному напряжению [5, с. 66-73].

Традиционно управление экологическими рисками в строительстве рассматривается преимущественно через призму технических, технологических и нормативно-правовых инструментов. Вместе с тем практика показывает, что даже при наличии современных технологий и формально выстроенной системы экологического менеджмента ключевым источником экологических угроз остается человеческий фактор. Уровень профессиональной подготовки персонала, сформированность экологических компетенций, степень ответственности работников и особенности корпоративной культуры оказывают непосредственное влияние на вероятность возникновения экологических инцидентов [10, с. 64].

В научных исследованиях недостаточно раскрыта роль человеческого капитала именно как инструмента снижения экологических рисков в строительной отрасли. В большинстве работ человеческий капитал анализируется с позиций повышения производительности труда, инновационной активности или конкурентоспособности, тогда как его потенциал в сфере экологической безопасности остается фрагментарно изученным.

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью переосмысления подходов к управлению экологическими рисками с учетом нематериальных факторов, прежде всего человеческого капитала. Формирование экологически ориентированных компетенций персонала, развитие корпоративной экологической культуры и интеграция HR-практик в систему экологического менеджмента могут рассматриваться как эффективные направления снижения экологических рисков в строительных организациях.

Целью настоящей статьи является исследование человеческого капитала как ресурса снижения экологических рисков в организациях строительной отрасли и обоснование направлений повышения эффективности его использования в системе экологического риск-менеджмента.

Научная новизна исследования заключается в формировании подхода к использованию человеческого капитала в системе управления экологическими рисками.

Материалы и методы

Понятие человеческого капитала занимает центральное место в современной экономической теории и рассматривается как совокупность знаний, навыков, профессиональных компетенций и личностных характеристик работников, формирующих способность организации достигать стратегических целей [4, с. 29-33]. В отличие от традиционных факторов производства, человеческий капитал носит нематериальный характер, однако его влияние на эффективность деятельности предприятия является системным и долгосрочным.

В строительной отрасли специфика формирования и использования человеческого капитала определяется высокой сложностью производственных процессов, многоуровневой организационной структурой и повышенными требованиями к соблюдению норм безопасности, включая экологические регламенты [8, с. 133-148]. Ошибки персонала на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объектов могут приводить к значительным экологическим последствиям, что обусловливает особую роль квалификации и ответственности работников.

Структура человеческого капитала строительной организации может быть представлена как совокупность взаимосвязанных компонентов. К ним относятся профессионально-квалификационный компонент, включающий уровень образования, опыт работы и специальные знания; компетентностный компонент, отражающий способность применять знания на практике; поведенческий компонент, характеризующий дисциплину, ответственность и склонность к соблюдению регламентов; а

также ценностно-мотивационный компонент, определяющий отношение работников к вопросам экологической безопасности и устойчивого развития [6, с. 10-19].

В условиях усиления экологических требований значимым элементом человеческого капитала становится наличие у персонала экологических компетенций. Они включают знание природоохранного законодательства, понимание экологических последствий производственной деятельности и способность принимать решения с учетом экологических ограничений. Недостаточный уровень развития данных компетенций существенно повышает вероятность возникновения экологических рисков, даже при наличии формализованных систем управления.

Экологические риски в строительной отрасли представляют собой вероятность наступления неблагоприятных последствий для окружающей среды в результате хозяйственной деятельности организации [1, с. 65-76]. Данные риски обусловлены как технологическими особенностями строительных процессов, так и организационными и управленческими факторами.

С точки зрения источников возникновения экологические риски в строительстве целесообразно классифицировать на производственные, технологические и управленческие [9, с. 248-255]. Производственные риски связаны с нарушением правил эксплуатации техники, несоблюдением норм обращения с отходами, загрязнением почвы, воздуха и водных объектов. Технологические риски возникают вследствие применения устаревших или неадаптированных технологий, ошибок в проектных решениях и несоответствия используемых материалов экологическим требованиям. Управленческие экологические риски обусловлены недостатками в системе контроля, слабой координацией подразделений и формальным подходом к выполнению экологических стандартов.

Особое место в системе экологических рисков занимает человеческий фактор. Ошибки персонала, низкий уровень экологической ответственности, недостаточная информированность о последствиях принимаемых решений и несоблюдение регламентов выступают катализаторами экологических инцидентов [7, с. 197]. При этом человеческий фактор может выступать не только источником риска, но и инструментом его минимизации при условии целенаправленного развития человеческого капитала.

Эффективность системы управления экологическими рисками в строительных организациях в значительной степени определяется уровнем развития человеческого капитала. Наличие формализованных экологических регламентов и технических средств контроля не гарантирует экологической безопасности при отсутствии у персонала необходимых знаний, компетенций и мотивации к их соблюдению.

Ключевым фактором снижения экологических рисков является сформированность у работников профессиональных и экологических компетенций. Профессиональные компетенции обеспечивают корректное выполнение технологических операций, тогда как экологические компетенции позволяют учитывать потенциальные экологические последствия принимаемых решений.

Значимую роль в снижении экологических рисков играет экологическая ответственность персонала [2, с. 5], проявляющаяся в осознанном соблюдении экологических норм и стандартов. Экологическая ответственность формируется под воздействием корпоративной культуры, системы мотивации и личных ценностных установок работников.

Интеграция управления человеческим капиталом в систему экологического менеджмента предполагает согласование кадровой политики с экологическими целями организации. Это включает формирование требований к экологическим компетенциям при подборе персонала, организацию регулярного обучения и повышение квалификации работников, а также внедрение механизмов мотивации, ориентированных на соблюдение экологических стандартов.

Система профессионального обучения и повышения квалификации работников в строительной отрасли включает обязательные инструктажи по охране окружающей среды.

Система мотивации персонала также выступает значимым инструментом использования человеческого капитала для снижения экологических рисков. Материальное и нематериальное стимулирование, связанное с соблюдением экологических требований, способствует формированию устойчивых моделей экологически ответственного поведения работников.

Результаты и обсуждения.

В условиях усложнения строительных технологий и ужесточения природоохранных требований строительные организации все чаще используют инструменты управления человеческим капиталом в качестве элемента системы экологического риск-менеджмента. На практике такие инструменты направлены на формирование у персонала устойчивых экологических компетенций и снижение вероятности возникновения экологически опасных ситуаций.

Одним из наиболее распространенных HR-инструментов является система профессионального обучения и повышения квалификации работников [3, с. 99-105]. В строительной отрасли данная система, как правило, включает обязательные инструктажи по охране окружающей среды, обучение требованиям экологического законодательства и освоение регламентов обращения с отходами. Однако эффективность подобных мероприятий во многом зависит от их регулярности и ориентации на реальные производственные процессы, а не формальное выполнение нормативных требований.

Важную роль играет внедрение внутренних стандартов и регламентов экологически ответственного поведения персонала. Такие документы устанавливают требования к выполнению работ с учетом экологических ограничений и определяют ответственность работников за нарушение экологических норм. При этом формальный характер регламентов без их интеграции в систему мотивации и контроля существенно снижает их практическую значимость.

Система мотивации персонала также выступает значимым инструментом использования человеческого капитала для снижения экологических рисков. Материальное и нематериальное стимулирование, связанное с соблюдением экологических требований, способствует формированию у работников устойчивых моделей экологически ответственного поведения. В ряде строительных организаций применяются показатели экологической безопасности при оценке эффективности деятельности подразделений, что позволяет повысить уровень вовлеченности персонала в процессы экологического менеджмента.

Таким образом, HR-инструменты экологической направленности при условии их комплексного применения могут рассматриваться как действенный механизм снижения экологических рисков в строительных организациях.

Оценка влияния человеческого капитала на экологические риски представляет собой сложную аналитическую задачу, обусловленную нематериальным характером данного ресурса. В практике строительных организаций чаще всего используются качественные и экспертные методы оценки, позволяющие выявить взаимосвязь между уровнем развития человеческого капитала и частотой экологических нарушений.

К числу ключевых показателей, отражающих влияние человеческого капитала на экологические риски, относятся уровень квалификации персонала, наличие экологических компетенций, степень соблюдения экологических регламентов и уровень экологической ответственности работников. Анализ практики показывает, что низкий уровень подготовки персонала и формальный подход к обучению существенно повышают вероятность экологических инцидентов, связанных с нарушением технологических процессов и правил обращения с природными ресурсами.

Существенное влияние оказывает и система управленческих решений. Недостаточное внимание руководства к вопросам развития человеческого капитала в сфере экологической безопасности приводит к фрагментарному характеру мероприятий и снижению их эффективности. Напротив, организации, в которых развитие персонала рассматривается как стратегический приоритет, демонстрируют более низкий уровень экологических рисков и устойчивость к внешним экологическим требованиям.

Для наглядного представления взаимосвязи элементов человеческого капитала и экологических рисков целесообразно использовать таблицы.

Таблица 1

Влияние элементов человеческого капитала на уровень экологических рисков в строительных организациях

Элемент человеческого капитала	Характеристика	Влияние на экологические риски
Уровень квалификации персонала	Образование, опыт, профессиональные навыки	Снижение вероятности технологических ошибок
Экологические компетенции	Знание экологических норм и стандартов	Снижение риска нарушений природоохранных требований
Экологическая ответственность	Отношение персонала к экологической безопасности	Предотвращение экологических инцидентов
Корпоративная экологическая культура	Нормы и ценности организации	Формирование устойчивого экологического поведения

Представленные данные подтверждают, что человеческий капитал оказывает комплексное влияние на уровень экологических рисков и должен рассматриваться как ключевой элемент системы экологического управления в строительных организациях.

Повышение эффективности управления экологическими рисками в строительной отрасли требует перехода от фрагментарных мероприятий к системному использованию человеческого капитала как стратегического ресурса. В этой связи целесообразно выделить ряд приоритетных направлений, ориентированных на развитие экологических компетенций персонала и интеграцию HR-практик в систему экологического менеджмента.

Первым направлением является формирование и развитие экологически ориентированных компетенций персонала. Это предполагает внедрение целевых программ обучения, адаптированных к специфике строительных процессов и экологических рисков конкретной организации. В отличие от стандартных инструктажей, такие программы должны включать анализ типовых экологических нарушений, разбор практических кейсов и моделирование потенциально опасных ситуаций. Подобный подход способствует не только повышению уровня знаний работников, но и формированию навыков принятия решений с учетом экологических ограничений.

Вторым направлением выступает интеграция системы управления человеческим капиталом и системы экологического менеджмента. Кадровая политика строительной организации должна быть согласована с ее экологическими целями, что предполагает учет экологических критериев при подборе и оценке персонала, а также при формировании кадрового резерва. Включение показателей экологической безопасности в систему оценки эффективности деятельности работников позволяет повысить уровень их ответственности и снизить вероятность экологических нарушений.

Третьим направлением является развитие корпоративной экологической культуры как инструмента долгосрочного снижения экологических рисков. Формирование устойчивых ценностей экологической ответственности способствует снижению зависимости системы управления рисками от внешнего контроля и регламентов. В этом контексте важную роль играют управленческие практики, направленные на вовлечение персонала в экологические инициативы, развитие внутренних коммуникаций и распространение лучших экологических практик.

Четвертым направлением можно выделить внедрение механизмов обратной связи и мониторинга состояния человеческого капитала в сфере экологической безопасности. Регулярная оценка уровня экологических компетенций, анализ причин нарушений и учет мнения работников позволяют своевременно корректировать управленческие решения и повышать адаптивность системы управления экологическими рисками.

Реализация указанных направлений обеспечивает переход к превентивной модели управления экологическими рисками, в рамках которой человеческий капитал рассматривается не как источник потенциальных угроз, а как активный инструмент их предупреждения. Такой подход способствует повышению экологической устойчивости строительных организаций и укреплению их долгосрочной конкурентоспособности.

Заключение

Проведенное исследование позволило обосновать значимость человеческого капитала как одного из ключевых ресурсов снижения экологических рисков в организациях строительной отрасли. В условиях усложнения строительных технологий и усиления требований к экологической безопасности традиционные технические и нормативные меры управления рисками оказываются недостаточными без учета роли человеческого фактора.

В ходе исследования раскрыта сущность человеческого капитала в контексте строительной деятельности и показано, что его структура включает не только профессионально-квалификационные характеристики, но и экологические компетенции, уровень ответственности персонала и особенности корпоративной культуры. Установлено, что данные элементы оказывают непосредственное влияние на вероятность возникновения экологических нарушений и инцидентов на всех этапах реализации строительных проектов.

В статье показано, что интеграция управления человеческим капиталом и системы экологического менеджмента создает условия для повышения экологической устойчивости строительных организаций. Развитие экологических компетенций персонала, формирование экологически ориентированной корпоративной культуры и использование HR-инструментов экологической направленности позволяют существенно снизить уровень экологических рисков и повысить эффективность деятельности организаций.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой количественных методов оценки влияния человеческого капитала на уровень экологических рисков, а также с анализом отраслевой специфики применения предложенных подходов в рамках крупных инфраструктурных проектов.

Литература

1. Аль-Згуль И. Х., Шеина С. Г., Морозова Н. Е. Проблемы и перспективы риск-ориентированного управления объектом строительства: обзор современных исследований // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2025. – Т. 4. – № 3. – С. 65–76.
2. Арзамасова Г. С., Эсаулова И. А. Управление человеческими ресурсами в инновационной экологической деятельности организаций: поведенческий подход // Human Progress. – 2025. – Т. 11. – № 3. – С. 5.
3. Бережная М. С. Обучение и развитие многозадачных специалистов в современной организации // Общество: политика, экономика, право. – 2024. – № 7. – С. 99–105.
4. Бородкин М. А. Концептуализация человеческого капитала: традиционные теории и современные подходы // Общество: социология, психология, педагогика. – 2024. – № 10. – С. 29–33.
5. Бочкова Т. А. Экономические проблемы в экологии // Естественно-гуманитарные исследования. – 2024. – № 5 (55). – С. 66–73.
6. Викторов М. Ю., Яськова Н. Ю. Стратегические ракурсы развития строительства: направления, трансформации, человеческий капитал // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2022. – Т. 12. – № 1 (40). – С. 10–19.
7. Вяльцев А. В. Оценка рисков и разработка стратегий по предотвращению экологических катастроф на промышленных объектах // Управление образованием: теория и практика. – 2024. – Т. 14. – № 5-1. – С. 197–204.
8. Гилева К. В. Особенности реализации концепции управления условиями достойного труда на малых и средних предприятиях строительной отрасли // Управленческие науки. – 2024. – Т. 14. – № 1. – С. 133–148.
9. Киреев П. П., Малыхина И. О. Сущность и классификация высокотехнологичных промышленных систем в современных условиях // Journal of Monetary Economics and Management. – 2024. – № 4. – С. 248–255.
10. Салогуб А. М., Арсельгова М. А. Экологическая ответственность в комплексе эффективности социального управления научным учреждением // Власть и управление на Востоке России. – 2024. – № 2. – С. 64.

Human capital as a resource for reducing environmental risks in construction organizations

Bratchikov D.S.
Kherson State Pedagogical University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In the context of increasing scale of construction activities and stricter environmental requirements, the issue of managing environmental risks has gained particular significance. Traditional approaches to reducing environmental risks in the construction sector are mainly focused on technical and regulatory tools, while the role of human capital as an intangible resource for environmental safety remains insufficiently studied. This article examines human capital as a factor and resource for mitigating environmental risks in construction organizations.

The purpose of the study is to justify the role of human capital in the environmental risk management system and to identify ways to improve its effectiveness in construction organizations. The study reveals the essence of human capital in the context of construction activities, identifies its key structural components, and establishes their relationship with the level of environmental risks. It is substantiated that the development of employees' environmental competencies, the formation of an environmentally oriented corporate culture, and the integration of HR practices into the environmental management system contribute to reducing the likelihood of environmental violations. The results obtained allow human capital to be considered a strategic intangible resource for the environmental sustainability of construction organizations and can be applied in the development of personnel and environmental policies in construction enterprises.

Keywords: human capital, environmental risks, construction industry, environmental safety, personnel management, environmental management.

References

1. Al-Zgul I. H., Sheina S. G., Morozova N. E. Problems and prospects of risk-oriented management of a construction facility: a review of modern research // Modern trends in construction, urban planning and territory planning. – 2025. – Vol. 4. – No. 3. – pp. 65-76.
2. Arzamasova G. S., Esaulova I. A. Human resource management in innovative environmental activities of organizations: a behavioral approach // Human Progress. – 2025. – Vol. 11. – No. 3. – p. 5.
3. Berezhnaya M. S. Training and development of multitasking specialists in a modern organization // Society: politics, economics, law. – 2024. – No. 7. – pp. 99-105.
4. Borodkin M. A. Conceptualization of human capital: traditional theories and modern approaches // Society: sociology, psychology, pedagogy. – 2024. – No. 10. – pp. 29-33.
5. Bochkova T. A. Economic problems in ecology // Natural sciences and humanities research. – 2024. – № 5 (55). – Pp. 66-73.
6. Viktorov M. Yu., Yaskova N. Yu. Strategic perspectives of construction development: directions, transformations, human capital // Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Realty. – 2022. – T. 12. – № 1 (40). – Pp. 10-19.
7. Vyaltsev A.V. Risk assessment and development of strategies to prevent environmental disasters at industrial facilities // Education management: theory and practice. – 2024. – Vol. 14. – No. 5-1. – pp. 197-204.

Эволюция подходов к стратегическому управлению предприятием

Джанчарова Гульнара Каримхановна
к.э.н., доцент, и.о. зав. кафедрой политической экономии и мировой экономики, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, gdzhancharova@rgau-msha.ru,

Кожина Вероника Олеговна
к.э.н., доцент, зав. кафедрой менеджмента, Московский международный университет, vero_ko@mail.ru,

Бастрыкина Татьяна Станиславовна
к.филос.н., профессор, директор Высшей школы дизайна, Российский государственный университет туризма и сервиса, balusha21@mail.ru

В условиях перманентной трансформации внешней среды, характеризующейся высоким уровнем неопределённости и ускорением технологических изменений, предприятия сталкиваются с необходимостью пересмотра классических управленческих парадигм. В статье прослеживается эволюция теоретических и методических подходов к стратегическому управлению, начиная от жёстких моделей долгосрочного планирования середины XX века и заканчивая современными адаптивными и когнитивными концепциями. Показано, что переход от линейного прогнозирования к сценарному планированию и далее – к формированию динамических способностей организации – стал закономерным ответом на возрастающую сложность и турбулентность рыночной среды. Особое внимание уделяется интеграции цифровых технологий и методов искусственного интеллекта в процессы стратегического целеполагания, что позволяет предприятиям оперативно корректировать курс даже в условиях жёстких ресурсных ограничений. Предложена периодизация этапов эволюции стратегического управления, а также выявлены ключевые факторы, обуславливающие переход от одной модели к другой. На основе анализа российских и зарубежных исследований делается вывод о конвергенции различных школ стратегического менеджмента в направлении синтеза формализованного анализа и поведенческой гибкости.

Ключевые слова: стратегическое управление, эволюция, планирование, адаптивные стратегии, когнитивный подход, динамические способности, стратегические изменения, цифровая трансформация, антикризисное управление, устойчивость.

Введение

В последние десятилетия глобальная экономика демонстрирует всё более высокую степень нестабильности. При этом циклические кризисы сменяются структурными сдвигами, вызванными пандемиями, геополитическими конфликтами и кардинальным обновлением технологических укладов. В то же время для отечественных предприятий дополнительными вызовами стали санкционные ограничения, разрыв привычных логистических цепочек и необходимость форсированного импортозамещения.

В этих условиях способность руководства компании своевременно пересматривать стратегические ориентиры и адаптировать инструментарий управления становится главным фактором выживания и долгосрочного процветания. Однако традиционные методы стратегического планирования, основанные на экстраполяции прошлых трендов, оказываются малопригодными. Возникает также острая потребность в осмыслении того, как именно менялись подходы к разработке и реализации стратегии на протяжении последних 70 лет, и какие из накопленных теоретических конструктов остаются востребованными в эпоху цифровой экономики и перманентной турбулентности.

Первые систематизированные представления о стратегическом управлении складывались в рамках школы долгосрочного планирования. С.В. Авдеев и С.А. Макаров подчёркивают, что система стратегирования на предприятии изначально строилась на принципах детерминизма и предполагала жёсткую привязку к прогнозам внешней среды [1].

Однако уже в 1970-е годы практики столкнулись с тем, что экстраполяционные методы перестают работать в условиях нефтяных кризисов и обострения конкуренции. В ответ на это возникает концепция стратегического менеджмента, где акцент смещается с планирования на позиционирование. Некоторые авторы анализируют, что совершенствование управления стратегическими перспективами потребовало от предприятий выхода за рамки годовых бюджетов и формирования портфельных матриц [5]. Тем не менее, портфельные модели, доминировавшие в 1980-е, подвергались критике за статичность.

Следующий виток эволюции связан с признанием роли внутренних ресурсов и компетенций. Н.В. Овчинникова и др. отмечают, что концептуальные подходы к стратегическому управлению претерпели существенные изменения в сторону ресурсной теории и динамических способностей [11]. Авторы показывают, что в 1990-2000-е годы всё большее значение приобретает способность фирмы к реконфигурации активов и обучению.

Одновременно с этим М.А. Ларснукаева и Д.И. Ларснукаев обращают внимание на влияние информационных технологий, т.е. исследование стратегического управления и информационных технологий для малых и средних предприятий выявило, что внедрение корпоративных информационных систем кардинально ускоряет циклы принятия решений [6].

Кризис 2008-2009 гг. и последовавшая за ним волна нестабильности заставили исследователей обратиться к антикризисным аспектам. С.А. Макаров полагает, что стратегические методы управления предприятием в условиях кризиса должны базироваться на сценарном планировании и быстрой реорганизации [8]. В его работе подчёркивается, что реактивные стратегии уступают место проактивным, нацеленным на создание «запаса прочности».

Наконец, в последнее десятилетие всё более влиятельной становится когнитивная парадигма. Е.Е. Юдашкина и др. рассматривают стратегическое планирование социально-экономических процессов на основе когнитивного подхода [14]. Авторы доказывают, что ментальные модели руководителей, их способность к распознаванию слабых сигналов и переосмыслению рутин играют не меньшую роль, чем формальные процедуры анализа.

Таким образом, обзор литературы свидетельствует о постепенном усложнения понимания стратегического управления, т.е. от линейного планирования через позиционирование и ресурсный подход к когнитивным и цифровым концепциям. При этом остаётся открытым вопрос об интеграции всех накопленных знаний в единую адаптивную модель, пригодную для предприятий разных отраслей.

Цель исследования заключается в выявлении и систематизации этапов эволюции подходов к стратегическому управлению предприятием, определении ключевых факторов смены доминирующих парадигм

и обосновании направления дальнейшего развития теории в условиях цифровой экономики и растущей неопределённости.

Теоретической базой работы послужили публикации в рецензируемых научных журналах, посвящённые проблемам стратегического менеджмента, планирования, адаптивных стратегий и когнитивного моделирования. Эмпирическую основу составили данные о стратегических решениях, принимавшихся на различных предприятиях. Источниками информации выступали открытая отчётность, интервью с топ-менеджерами и материалы отраслевых конференций. Для обеспечения репрезентативности выборка включала компании из машиностроения, пищевой промышленности, логистики и сферы информационных услуг, что позволило учесть отраслевую специфику.

Методологический аппарат исследования строится на сочетании ретроспективного анализа и кейс-метода. На первом этапе путём контент-анализа научной литературы были выделены хронологические границы ключевых парадигм стратегического управления. Для каждой парадигмы определены характерные инструменты (например, для школы планирования – бюджетирование и скользящие графики; для школы позиционирования – матрицы БКГ и МакКинси; для ресурсной школы – анализ VRIO; для когнитивной – картирование ментальных моделей). На втором этапе на основе бизнес-кейсов российских предприятий оценивалась фактическая распространённость тех или иных подходов и их эффективность в разных фазах экономического цикла.

Обработка качественных данных из интервью осуществлялась методом тематического моделирования с выделением повторяющихся шаблонов. Для количественной оценки связи между применяемым типом стратегического управления и финансовыми результатами (рентабельность активов, темпы роста выручки) использовался ранговый корреляционный анализ Спирмена, однако в силу ограниченного объёма выборки полученные коэффициенты рассматриваются как ориентировочные. Ключевым ограничением метода выступает сложность отделения эффекта стратегии от влияния отраслевых и макроэкономических факторов. Тем не менее, сочетание ретроспективного и кейс-подходов позволяет сформулировать обоснованные гипотезы о направлениях эволюции, которые затем могут быть проверены на более широких выборках.

Основная часть

Проведённый анализ позволил выделить пять последовательных этапов в эволюции подходов к стратегическому управлению предприятием. Каждый этап характеризуется доминирующей логикой принятия решений, набором инструментов и типичными ограничениями.

Первый этап (1950–1960-е годы): долгосрочное бюджетирование и плановое хозяйство. На данном этапе стратегия фактически отождествлялась с годовыми и пятилетними планами производства. Предприятия экстраполировали прошлые тенденции, полагая внешнюю среду предсказуемой. Как отмечают С.В. Авдеев и С.А. Макаров, система стратегирования того времени страдала ригидностью, т.е. при резком изменении конъюнктуры планы превращались в тормоз, а не в ориентир [1].

Тем не менее, в условиях стабильного роста и монопольного положения многих отраслей данный подход давал приемлемые результаты. Например, на советских машиностроительных гигантах директивное планирование позволяло координировать тысячи поставщиков, но полностью подавляло инициативу на местах. К концу периода стало очевидно, что экстраполяция не работает при нефтяных шоках и насыщении рынков.

Второй этап (1970–1980-е годы): стратегическое позиционирование и портфельный анализ. Под влиянием работ Бостонской консалтинговой группы и М. Портера акцент сместился на выбор привлекательных рынков и конкурентное позиционирование. В.О. Кожина и др. показывают, что совершенствование управления стратегическими перспективами в этот период выражалось в создании штабных подразделений стратегического планирования, которые разрабатывали портфельные матрицы [5]. Предприятия учились диверсифицироваться, выделять «дойных коров» и «звёзды» [3, 7, 15]. Однако на практике многие предприятия столкнулись с тем, что формальный портфельный анализ не даёт ответа на вопрос, как именно создавать устойчивое конкурентное преимущество. Кроме того, иерархические структуры тормозили реализацию даже хорошо продуманных планов.

Третий этап (1990-е – начало 2000-х): ресурсный подход и динамические способности. На данном этапе разочарование в позиционной школе привело к повороту «вовнутрь» организации. Согласно ресурсной теории, источником ренты являются уникальные, трудно имитируемые активы и компетенции. Н.В. Овчинникова и др. подчёркивают, что концептуальные подходы к стратегическому управлению в данный период обогатились понятием «динамические способности» – умением фирмы интегрировать, выстраивать и реконфигурировать ресурсы в условиях быстро меняющейся среды [11]. На практике это означало переход от статичного анализа к организационному обучению. Примером служит развитие компании «Северсталь» в 1990-е, т.е. руководство не просто анализировало отрасль, но целенаправленно инвестировало в уникальные технологии управления качеством, что позволило создать преимущество, которое конкуренты копировали годами.

Четвёртый этап (2010-е годы): адаптивные стратегии и сценарное планирование. Глобальный финансовый кризис 2008-2009 годов продемонстрировал, что даже самые совершенные ресурсные конфигурации могут обесцениться за несколько месяцев [9, 10, 12, 13]. В ответ возникли концепции стратегической гибкости и адаптивности. С.А. Макаров отмечает, что стратегические методы управления предприятием в условиях кризиса всё чаще включают регулярный пересмотр сценариев, создание портфеля опционов и децентрализацию принятия решений [8].

В данную эпоху широкое распространение получили «бережливый стартап» (особенно в IT-секторе) и agile-подходы, проникшие из разработки ПО в корпоративное управление [2, 4, 16]. При этом многие промышленные предприятия начали внедрять системы раннего предупреждения, позволяющие фиксировать слабые сигналы грядущих изменений. Важно, что адаптивность не отрицает планирования, но превращает его в непрерывный процесс корректировки.

Пятый этап (2020-е годы – настоящее время): когнитивно-цифровая парадигма. Сегодняшняя турбулентность (пандемия, санкции, взрывной рост искусственного интеллекта) требует от руководителей не просто быстрой реакции, но и способности пересматривать сами ментальные модели. Е.Е. Юдашкина и др. указывают, что стратегическое планирование социально-экономических процессов на основе когнитивного подхода позволяет формализовать субъективные представления лиц, принимающих решения, и выявлять скрытые допущения [14].

На практике все это воплощается в использовании когнитивных карт, нейросетевых прогнозов и цифровых двойников предприятий. Одновременно с этим М.А. Ларснукаева и Д.И. Ларснукаев доказывают, что для малых и средних предприятий критическим становится внедрение облачных платформ для коллективной выработки стратегии [6]. В то же время по нашим наблюдениям, в 2023–2024 годах наиболее успешные компании (например, в секторе логистики) перешли к «гипер-адаптивным» моделям, где стратегия пересматривается не ежегодно, а ежемесячно или даже еженедельно, при этом основой служат данные в реальном времени и экспертные системы. При этом в таблице 1 приведены ключевые характеристики выделенных этапов.

Таблица 1

Этапы эволюции подходов к стратегическому управлению предприятием

Этап	Период	Доминирующая логика	Основные инструменты	Типичные ограничения
Долгосрочное планирование	1950–1960	Экстраполяция прошлого	Бюджетирование, пятилетки	Ригидность, игнорирование неожиданных шоков
Позиционирование	1970–1980	Выбор привлекательных рынков	Матрицы БКГ, анализ пяти сил	Статичность, слабая связь с реализацией
Ресурсный подход	1990–2000	Развитие уникальных компетенций	VRIO-анализ, бенчмаркинг	Сложность измерения, недооценка среды
Адаптивные стратегии	2010–2019	Гибкость и сценарное планирование	Agile, портфель опционов	Риск потери стратегической фокусировки
Когнитивно-цифровая парадигма	2020–н.в.	Ментальные модели, искусственный интеллект	Когнитивные карты, цифровые двойники	Зависимость от качества данных, когнитивные искажения

Полученные результаты позволяют утверждать, что переход между этапами происходит не скачкообразно, а через накопление противоречий внутри доминирующего подхода. Так, жёсткость планирования породила спрос на позиционирование; формализм портфельных матриц – интерес к внутренним ресурсам; статичность ресурсной теории – адаптивность; а неполнота адаптивных решений без учёта ментальных моделей – когнитивную парадигму.

Важно подчеркнуть, что на практике многие предприятия одновременно используют инструменты из разных этапов. Например, крупный машиностроительный завод может сохранять годовое бюджетирование (этап 1), но дополнять его сценарными стресс-тестами (этап 4) и когнитивным картированием при разработке новой продуктовой линии (этап 5).

Из 47 обследованных нами предприятий только 6 (13%) применяют целостную систему, охватывающую как минимум элементы последних трёх этапов. Остальные ограничиваются комбинацией планирования и

портфельного анализа, что в условиях последних кризисов приводило к существенному снижению рентабельности – в среднем на 12–15 процентных пунктов по сравнению с более гибкими конкурентами. Особенно ярко все это проявилось в логистике, т.е. компании, использовавшие когнитивные карты для пересмотра маршрутов в 2022 году, сумели переориентироваться на новые направления в течение 3–4 недель, тогда как фирмы, полагавшиеся на классические планы, теряли до 40% выручки.

Выводы

Подводя итог исследованию, можно сформулировать несколько ключевых положений. Во-первых, эволюция подходов к стратегическому управлению предприятием представляет собой закономерный процесс, движущей силой которого выступает рассогласование между сложностью внешней среды и предсказательной силой существующих моделей. Каждый новый этап не отменяет предыдущие полностью, а надстраивается над ними, обогащая инструментарий.

Следовательно, современному руководителю необходимо владеть не одной «лучшей» методикой, а уметь синтезировать элементы планирования, позиционирования, ресурсного анализа, адаптивности и когнитивного моделирования. На примере российских компаний видно, что успешные стратегические решения в 2020–2024 годах опирались именно на комбинацию долгосрочных ориентиров (чтобы не потерять вектор развития) и краткосрочных корректировок по данным цифровых систем мониторинга.

Во-вторых, цифровая трансформация не просто ускоряет реализацию стратегии, но и меняет саму природу стратегического выбора. При этом цифровые платформы коллективной работы и системы поддержки принятия решений на основе искусственного интеллекта позволяют практически полностью ликвидировать разрыв между стратегическим замыслом и операционной деятельностью. Однако при этом возникает новая угроза – «стратегическая слепота» из-за чрезмерной привязанности к количественным показателям. Поэтому когнитивный подход, акцентирующий внимание на ментальных моделях, помогает балансировать аналитику и интуицию.

В-третьих, практические рекомендации для предприятий должны учитывать отраслевую динамику, т.е. для отраслей с высокой турбулентностью (IT, логистика, розничная торговля) приоритетны адаптивные и когнитивно-цифровые методы, причём цикл пересмотра стратегии не должен превышать одного-двух месяцев. Для традиционных производств с длительными инвестиционными циклами (металлургия, тяжёлое машиностроение) сохраняет значение долгосрочное планирование, но дополненное сценарным анализом и регулярными стратегическими аудитами.

В любом случае, ключевым выводом является необходимость встраивания механизмов обучения в сам процесс управления. Как показывают данные интервью, предприятия, которые после каждого значительного отклонения фактических результатов от плановых проводят «стратегические ретроспективы» (анализируя не только ошибки прогноза, но и ментальные допущения), через 2–3 года выходят на устойчиво более высокий уровень рентабельности – в среднем на 7–9% выше, чем их конкуренты, не использующие такой рефлексии.

В то же время перспективы дальнейших исследований лежат в области количественной оценки вклада когнитивных и цифровых компонентов в результативность стратегического управления. В то же время особый интерес представляет разработка гибридных моделей, которые сочетали бы формализованное планирование (на базе нейросетевых прогнозов) с экспертными системами, фиксирующими неколичественные факторы – такие как моральный дух коллектива или репутационные риски.

Литература

1. Авдеев, С.В. Система стратегирования на предприятии [Текст] / С.В. Авдеев, С.А. Макаров // Наука XXI века: актуальные направления развития. – 2024. – № 1-1. – С. 345-348.
2. Авилова, Н.Л. Развитие гостиничного бизнеса в системе региональной экономической инфраструктуры [Текст] / Н.Л. Авилова, О.Е. Лебедева // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12-3 (89). – С. 290-293.
3. Завалько, Н.А. Цифровая экономика и ее влияние на государственное и муниципальное управление [Текст] / Н.А. Завалько, О.Е. Матюнина, В.О. Кожина, А.А. Соколов, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 11 (100). – С. 101-104.
4. Капустина, Ю.А. Приоритеты национальной безопасности устойчивого энергоперехода [Текст] / Ю.А. Капустина, Г.К. Джанчарова, Н.Н. Куликова, Д.С. Деревягин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2023. – Т. 13. – № 6. – С. 137-148.
5. Кожина, В.О. Совершенствование управления стратегическими перспективами на предприятиях [Текст] / В.О. Кожина, К.А. Лебедев, О.Е. Лебедева, О.В. Маркова // Вестник Московского Международного Университета. – 2018. – № 1 (1). – С. 78-83.
6. Ларснукаева, М.А. Исследование стратегического управления и информационных технологий для малых и средних предприятий [Текст] / М.А. Ларснукаева, Д.И. Ларснукаев // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 3. – № 5 (158). – С. 25-30.
7. Литвиненко, А.Н. Управление стратегическими изменениями как механизм обеспечения экономической безопасности предприятия [Текст] / А.Н. Литвиненко, И.Д. Бекмурзаев, О.Ю. Коломыцева // Вестник Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова. – 2024. – № 1 (53). – С. 33-40.
8. Макаров, С.А. Стратегические методы управления предприятием в условиях кризиса [Текст] / С.А. Макаров // Наука XXI века: актуальные направления развития. – 2025. – № 1-1. – С. 457-460.
9. Матюнина, О.Е. Совершенствование финансирования инновационного развития промышленных предприятий [Текст] / О.Е. Матюнина, В.О. Кожина, А.Г. Жакевич, Н.А. Завалько, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 12-1 (77). – С. 934-938.
10. Овчинникова, Н.В. Совершенствование системы управления туристским предприятием в условиях кризиса [Текст] / Н.В. Овчинникова, С.А. Овчинников, О.Е. Лебедева, Е.Г. Масленникова, М.М. Истомина // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 1 (126). – С. 754-757.
11. Овчинникова, Н.В. Концептуальные подходы к стратегическому управлению предприятием [Текст] / Н.В. Овчинникова, С.А. Овчинников, О.Е. Лебедева // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 2-2. – С. 244-248.
12. Федулин, А.А. Оптимизация внутрикластерных отношений в туристической сфере [Текст] / А.А. Федулин, К.А. Лебедев, О.Е. Лебедева // Актуальные проблемы экономики. – 2017. – Т. 187. – № 1. – С. 383-388.
13. Чернова, А.В. Особенности управления промышленным предприятием [Текст] / А.В. Чернова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – № 2-2 (108). – С. 142-145.
14. Юдашкина, Е.Е. Стратегическое планирование социально-экономических процессов на основе когнитивного подхода [Текст] / Е.Е. Юдашкина, А.Л. Никазаченко, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 8-2 (85). – С. 1062-1065.
15. Яровова, В.В. Стратегическое управление предприятием в условиях ограничений и неопределенности [Текст] / В.В. Яровова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2023. – № 4. – С. 281-285.
16. Blokhina, O.A. Improving the technology of innovation systems management at an enterprise [Text] / O.A. Blokhina, O.N. Beketova, E.E. Kuzmina, O.E. Lebedeva, M.I. Podzorova // International Journal of Civil Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 9. – № 13. – P. 137-143.

Evolution of Approaches to Strategic Enterprise Management

Dzhancharova G.K., Kozhina V.O., Bastrykina T.S.

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow International University, Russian State University of Tourism and Service

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In the context of the permanent transformation of the external environment, characterized by a high level of uncertainty and accelerated technological change, enterprises are faced with the need to revise classical management paradigms. The article traces the evolution of theoretical and methodological approaches to strategic management, starting from rigid models of long-term planning in the middle of the 20th century and ending with modern adaptive and cognitive concepts. It is shown that the transition from linear forecasting to scenario planning and further to the formation of dynamic organizational abilities has become a natural response to the increasing complexity and turbulence of the market environment. Special attention is paid to the integration of digital technologies and artificial intelligence methods into strategic goal-setting processes, which allows enterprises to quickly adjust their course even under severe resource constraints. The periodization of the stages of the evolution of strategic management is proposed, and the key factors determining the transition from one model to another are identified. Based on the analysis of Russian and foreign studies, a conclusion is drawn about the convergence of various schools of strategic management towards the synthesis of formalized analysis and behavioral flexibility.

Keywords: strategic management, evolution, planning, adaptive strategies, cognitive approach, dynamic abilities, strategic changes, digital transformation, crisis management, sustainability.

References

1. Avdeev, S.V. System of strategizing at an enterprise [Text] / S.V. Avdeev, S.A. Makarov // Science of the XXI Century: Current Directions of Development. – 2024. – No. 1-1. – P. 345-348.

2. Avilova, N.L. Development of hotel business in the system of regional economic infrastructure [Text] / N.L. Avilova, O.E. Lebedeva // Economics and Entrepreneurship. – 2017. – No. 12-3 (89). – P. 290-293.
3. Zavalko, N.A. Digital economy and its impact on state and municipal management [Text] / N.A. Zavalko, O.E. Matyunina, V.O. Kozhina, A.A. Sokolov, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2018. – No. 11 (100). – P. 101-104.
4. Kapustina, Yu.A. Priorities of national security for sustainable energy transition [Text] / Yu.A. Kapustina, G.K. Dzhancharova, N.N. Kulikova, D.S. Derevyagin // Proceedings of South-West State University. Series: Economics, Sociology, Management. – 2023. – Vol. 13. – No. 6. – P. 137-148.
5. Kozhina, V.O. Improving the management of strategic prospects at enterprises [Text] / V.O. Kozhina, K.A. Lebedev, O.E. Lebedeva, O.V. Markova // Bulletin of Moscow International University. – 2018. – No. 1 (1). – P. 78-83.
6. Larsnukaeva, M.A. Study of strategic management and information technologies for small and medium-sized enterprises [Text] / M.A. Larsnukaeva, D.I. Larsnukaev // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2025. – Vol. 3. – No. 5 (158). – P. 25-30.
7. Litvinenko, A.N. Managing strategic changes as a mechanism for ensuring economic security of an enterprise [Text] / A.N. Litvinenko, I.D. Bekmurzaev, O.Yu. Kolomytseva // Bulletin of the Chechen State University named after A.A. Kadyrov. – 2024. – No. 1 (53). – P. 33-40.
8. Makarov, S.A. Strategic methods of enterprise management in a crisis [Text] / S.A. Makarov // Science of the XXI Century: Current Directions of Development. – 2025. – No. 1-1. – P. 457-460.
9. Matyunina, O.E. Improving the financing of innovative development of industrial enterprises [Text] / O.E. Matyunina, V.O. Kozhina, A.G. Zhakevich, N.A. Zavalko, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2016. – No. 12-1 (77). – P. 934-938.
10. Ovchinnikova, N.V. Improving the management system of a tourism enterprise in a crisis [Text] / N.V. Ovchinnikova, S.A. Ovchinnikov, O.E. Lebedeva, E.G. Maslennikova, M.M. Istomina // Economics and Entrepreneurship. – 2021. – No. 1 (126). – P. 754-757.
11. Ovchinnikova, N.V. Conceptual approaches to strategic enterprise management [Text] / N.V. Ovchinnikova, S.A. Ovchinnikov, O.E. Lebedeva // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2025. – No. 2-2. – P. 244-248.
12. Fedulin, A.A. Optimization of intra-cluster relations in the tourism sector [Text] / A.A. Fedulin, K.A. Lebedev, O.E. Lebedeva // Current Problems of Economics. – 2017. – Vol. 187. – No. 1. – P. 383-388.
13. Chernova, A.V. Features of industrial enterprise management [Text] / A.V. Chernova // Economics and Business: Theory and Practice. – 2024. – No. 2-2 (108). – P. 142-145.
14. Yudashkina, E.E. Strategic planning of socio-economic processes based on a cognitive approach [Text] / E.E. Yudashkina, A.L. Nikazachenko, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2017. – No. 8-2 (85). – P. 1062-1065.
15. Yarovova, V.V. Strategic management of an enterprise under conditions of constraints and uncertainty [Text] / V.V. Yarovova // Humanities, Socio-Economic and Social Sciences. – 2023. – No. 4. – P. 281-285.
16. Blokhina, O.A. Improving the technology of innovation systems management at an enterprise [Text] / O.A. Blokhina, O.N. Beketova, E.E. Kuzmina, O.E. Lebedeva, M.I. Podzorova // International Journal of Civil Engineering and Technology. – 2018. – Vol. 9. – No. 13. – P. 137-143.

Разработка модели оценки экономической эффективности цифровых двойников в операционном управлении промышленным предприятием

Дятчина Екатерина Валерьевна
аспирант, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», МГТУ им. Н.Э. Баумана, dyatchinaev@student.bmstu.ru,

Масленникова Ирина Леонидовна
преподаватель, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», МГТУ им. Н.Э. Баумана, i.l.maslennikova@yandex.ru,

Мухтарова Елизавета Алексеевна
аспирант, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», МГТУ им. Н.Э. Баумана, mukhtarovaea@student.bmstu.ru,

Редкокашина Кристина Павловна
аспирант, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», МГТУ им. Н.Э. Баумана, redkokashinakp@student.bmstu.ru,

Юдина Дарья Сергеевна
аспирант, факультет «Инженерный бизнес и менеджмент», МГТУ им. Н.Э. Баумана, yudinads@student.bmstu.ru

В статье автор рассматривает, как в условиях структурной модернизации российской промышленности цифровые двойники становятся критическим инструментом повышения операционной эффективности. На основе анализа финансовых показателей Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК), макроэкономических тенденций и эмпирических кейсов внедрения разработана методология оценки долгосрочного экономического эффекта технологии. Исследование выявляет существенный разрыв между потенциалом цифровых двойников и текущей скоростью их внедрения в России, а также определяет критические факторы успеха при долгосрочном горизонте окупаемости 5+ лет.
Ключевые слова: цифровые двойники, экономическая эффективность, операционное управление, металлургия, импортозамещение, цифровая трансформация, промышленное предприятие.

Позиция ведущих экономических институтов России относительно цифровых двойников находится в фазе развития. Банк России и Минэкономразвития в стратегических документах периода 2023–2025 годов признают цифровую трансформацию промышленности стратегической необходимостью, особенно в контексте импортозамещения[1]. Однако существует значительное различие между декларируемыми целями и текущей динамикой внедрения.

Высшая школа экономики (ВШЭ) в своих исследованиях металлургического комплекса отмечает, что российская промышленность завершила переход от фрагментарной автоматизации к фазе системной цифровизации, предполагающей синтез интеллектуальных платформ и кросс-функциональной аналитики[2].

В то же время РАНХиГС и ЦМАКП указывают на инерционность инвестиционных решений: доля расходов на цифровую экономику в структуре ВВП изменилась минимально — с 3,6% в 2018 году до 3,7% в 2022 году, что существенно отстает от показателей ведущих индустриальных стран[2].

Консалтинговая группа McKinsey в своих отчетах оценивает потенциальную глобальную добавленную стоимость от применения цифровых двойников в промышленности до 3,7 триллионов долларов ежегодно к 2030 году, причем значительная часть этого роста приходится на сталелитейное производство и машиностроение[4, 5]. Однако российские аналитики (Рексофт, компания «Яков и партнеры») выявляют парадокс: отечественные горно-металлургические предприятия демонстрируют более короткие сроки окупаемости точечных инициатив (около 1 года), но выбирают локальные краткосрочные проекты вместо масштабных трансформационных инвестиций с горизонтом 4+ года, которые приносят экономический эффект в 20 раз больше в абсолютном выражении.

Основная дискуссия заключается в сущности экономического эффекта. Если западные компании (General Electric, Siemens) активно монетизируют прямые операционные выгоды (снижение простоев, брака, затрат на обслуживание), то российские предприятия, включая НЛМК, фокусируются на повышении производительности имеющихся активов и снижении экологических нарушений — эффекты менее очевидные для квартальной финансовой отчетности, но более перспективные в концепции «Индустрия 4.0».Текущая обстановка на рынке дает возможность всесторонне смотреть на ситуацию и проектировать методологию расчета экономической эффективности цифровых двойников.

В обрабатывающей промышленности доля импортного программного обеспечения сократилась с 47% в 2019 году до 12% в 2024 году [7]. Текущая фаза цифровизации российской промышленности характеризуется переходом от простого импортозамещения к необходимости создания комплексных, дорогих и долгих инвестиционных проектов. Это радикально меняет логику расчета экономической эффективности цифровых двойников: проекты, которые в западном контексте окупаются за 18–24 месяца, в российском контексте могут потребовать 36–48 месяцев и значительных затрат на собственную разработку, что и является предпосылкой к созданию иной методологии расчета эффективности.

С 2025 года в России внедряется новая система управления цифровой трансформацией, которая впервые устанавливает четкую связь между бюджетными расходами на цифровые проекты и конкретными результатами. Вице-премьер Дмитрий Григоренко отметил, что все крупные цифровые проекты с государственным финансированием будут в обязательном порядке рассматриваться на подкомиссии по оценке эффективности. Это перемещает российскую практику в направлении международных стандартов ОЭСР, которые рекомендуют оценивать уровень внедрения новых технологий (искусственный интеллект, большие данные, блокчейн, IoT), влияние на производительность труда и занятость, развитие цифровых компетенций и IT-навыков, а также создание условий для открытых данных и их повторного использования.

Для металлургической промышленности введение таких критериев означает, что государственная поддержка будет направляться не просто на закупку оборудования и ПО, но на демонстрируемый прирост производительности, снижение энергозатрат и улучшение показателей безопасности. Платформа «эффективность.рф», созданная в рамках национального проекта «Производительность труда», уже охватила более 3000 предприятий из различных отраслей в 85 регионах России, предоставляя

им доступ к экспертизе и инструментам для определения потенциала цифровизации. Объем продаж отечественных IT-решений и услуг составил 4,5 триллиона рублей с ростом на 46% за год, но значительная часть этого роста обусловлена переориентацией бизнеса на локальный рынок и государственные заказы [7].

Для металлургического сектора эта асимметрия особенно выражена. Компании с производственными активами в несколько млн тонн (НЛМК, ММК, Северсталь, ЕВРАЗ) имеют возможность инвестировать в создание IT-подразделений и разработку собственных цифровых экосистем [8]. Региональные комбинаты и заводы среднего размера могут позволить себе только внедрение готовых решений, часто устаревших или неполностью адаптированных к их специфике.

Исследование ЦМАКП и РАНХиГС также подчеркивает критическое значение временного лага между инвестированием в цифровизацию и появлением измеримых результатов в финансовых показателях. В среднем этот лаг составляет 18–36 месяцев, в сложных проектах может растянуться до 48 месяцев. В течение этого периода компания несет полный вес амортизационных отчислений на капитальные затраты, но эффекты еще не реализованы. Для компаний, торгующихся на бирже (таких как НЛМК, прибыль до налогообложения в 2024 году снизилась на 6,1% несмотря на рост выручки), это создает давление на фондовый рынок и на стоимость акции. Таким образом, инвесторы, оценивая долгосрочные стратегии цифровизации, должны быть готовы к потенциальному снижению краткосрочных показателей доходности.

Текущая обстановка на рынке дает возможность всесторонне смотреть на ситуацию и проектировать методологию расчета экономической эффективности цифровых двойников с учетом этих реалий. Это требует не просто применения стандартных финансовых метрик (NPV, IRR), но встраивания в расчеты поправок на макроэкономическую неопределенность, сроки адаптации персонала, скрытые расходы на интеграцию и риски недостижения плановых показателей из-за низкого качества исходных данных.

Цифровой двойник в применении к металлургическому производству — это интегрированная цифровая модель физического объекта (доменная печь, конвертер, прокатный стан), технологического процесса (выплавка, разливка) или системы (управление производством), которая получает в реальном времени данные от датчиков, систем мониторинга и АСУТП, и использует эти данные для имитационного моделирования, прогнозирования состояния и поддержки принятия управленческих решений [10].

Ключевое отличие цифрового двойника от простой цифровой модели или имитационной модели заключается в постоянной синхронизации с физическим объектом. Если 3D-модель доменной печи — это её статичная «фотография», отражающая конструктивные параметры, то цифровой двойник — это её «живой организм», непрерывно получающий информацию о температурных режимах, давлении газов, химическом составе шихты, уровнях расплава и выдающий рекомендации оператору в режиме реального времени. Именно эта обратная связь и динамическое обновление данных преобразуют простую модель в инструмент управления.

Цифровой двойник в контексте операционного управления металлургическим производством — это интегрированная цифровая модель физического объекта (доменная печь, конвертер, прокатный стан, коксовая батарея), технологического процесса (выплавка чугуна, разливка стали, прокат металла) или комплексной производственной системы, которая характеризуется четырьмя критическими свойствами:

1. **Синхронизацией в реальном времени.** Двойник непрерывно получает данные от датчиков, промышленных контроллеров (ПЛК), систем мониторинга и АСУТП физического объекта. На НЛМК эти данные поступают как через проводные сети, так и через собственные частотные сети (pLTE на территории Липецкого комбината)

2. **Динамическим моделированием.** Используя физико-математические модели и алгоритмы искусственного интеллекта, двойник имитирует поведение реального объекта в режиме реального времени или близко к нему, предсказывает его состояние на несколько часов или дней вперед.

3. **Обратной связью (кибер-физической системой).** Двойник не просто получает данные и хранит их в базе — он выдает рекомендации, сигналы управления и предупреждения оператору или автоматическим системам управления. Например, система видеоаналитики Vmx Dequs: ECO на коксовых батареях НЛМК не только обнаруживает разгерметизацию дверей за 5 секунд, но и отправляет видеокадр с разметкой в реальном времени на планшет машиниста коксовыталкивателя.

4. **Интеграцией в цифровую экосистему.** Двойник взаимодействует с другими системами предприятия: MES, ERP-системами, системами учета и аналитики. На НЛМК цифровые двойники передают данные в платформы для формирования управленческих отчетов, что создает эффект синергии при наличии сразу нескольких связанных двойников.

Ключевое отличие цифрового двойника от простой имитационной модели кроется именно в наличии четвертого компонента — обратной связи. Модели, используемые Центром исследований и разработок НЛМК для подбора оптимальных параметров технологических режимов, остаются «оффлайн»-двойниками, пока они не встроены в автоматизированную систему управления и не начинают в реальном времени принимать решения о регулировании процесса.

На основе анализа реальных проектов Группы НЛМК возможно выделить три основные категории цифровых двойников, каждая из которых решает специфический управленческий класс задач:

Категория А: Двойники активов (оборудования)

Эти двойники сосредоточены на мониторинге, диагностике и оптимизации работы конкретного физического актива.

Пример 1: Реконструкция доменной печи №6 с встроенной системой автоматического управления на основе ИИ.

В 2019 году после 13-летней эксплуатации доменная печь №6 (ДП-6, мощность 3,2 млн тонн чугуна в год) прошла капитальный ремонт-реконструкцию объемом 35 млрд рублей. Весь период ремонта растянулся на 130 суток, что создало значительное финансовое давление на НЛМК. Однако реконструкция позволила встроить современную систему автоматизированного управления с интегрированной программой искусственного интеллекта.

Эта система работает как цифровой двойник самой печи: она непрерывно анализирует поток данных с 200+ датчиков (температура колошника и фурм, давление газа, сложение шихты, химический состав кокса и руды, параметры дутья), и самостоятельно выбирает оптимальные режимы эксплуатации в реальном времени. Результаты после пуска: производительность печи увеличилась на 8% (до 3,4 млн тонн в год, прирост ~256 тыс. тонн чугуна ежегодно), а специфический расход кокса (и топлива в целом) снизился примерно на 5–7% благодаря автоматической оптимизации режимов. При цене чугуна ~65 тыс. руб/тонна (2024 г.) ежегодный прирост выручки от увеличения производства составил бы ~16,6 млрд рублей, но основной эффект проявляется в снижении удельных затрат (себестоимости).

Категория Б: Двойники процессов (технологические)

Эти двойники встроены в физико-математические модели технологических процессов и используются для оптимизации параметров, тестирования новых режимов и ускорения освоения новых продуктов без рисков для реального производства.

Пример 1: Физико-математические модели для оптимизации шихтовки доменной печи

Центр исследований и разработок НЛМК разработал высокоточные компьютерные модели доменного процесса, которые позволяют в виртуальном мире подбирать оптимальную комбинацию сырья (железная руда разных месторождений, концентраты, агломерат, кокс разных сортов, коксовая мелочь и др.). Модель учитывает физико-химические параметры: температуру плавления, синтаксис шихты, реакционную способность компонентов, влияние примесей на качество выплавляемого чугуна. Это позволяет НЛМК сократить количество полномасштабных производственных испытаний (которые стоят миллионы рублей и требуют затрат сырья на пробные плавки).

За счет цифрового прототипирования НЛМК оценивает, что экономия на сокращении пробных плавок составляет 150–200 млн рублей в год. Дополнительно, оптимизация состава шихты позволяет снизить удельные затраты сырья примерно на 2–3%, что при годовом производстве чугуна на Липецкой площадке в ~11 млн тонн означает сокращение себестоимости на 1,5–2,5 млрд рублей ежегодно.

Пример 2: Модели разработки новых марок стали и их свойств

НЛМК активно разрабатывает новые марки высокопрочной стали для автомобилестроения, энергетики и трубопроводов. Традиционный путь: лаборатория разрабатывает базовый состав, затем проводится пробная плавка в опытном конвертере, после чего несколько образцов отправляются на механические испытания (растяжение, изгиб, удар и т.д.). Если результаты не подходят, цикл повторяется. На разработку одной марки может потребоваться 3–6 месяцев.

Цифровые двойники позволяют ускорить этот процесс: физико-математические модели могут предсказать механические свойства стали на основе химического состава и режимов разливки/охлаждения с точностью 85–92%. Это дает возможность провести виртуальную оптимиза-

цию состава еще до первой пробной плавки. По оценкам НЛМК, ускорение разработки новых продуктов за счет двойников составляет 30–40%, что критично для динамичного рынка специальных сталей. Это позволяет НЛМК быстрее реагировать на спрос и запросы крупных клиентов, захватывая маржу на новых продуктах раньше конкурентов.

Категория В: Двойники систем (комплексные, предиктивные)

Эти двойники охватывают несколько связанных процессов и оборудования (например, весь передел от агломерации до проката) и используются для системной оптимизации, предиктивного обслуживания и управления рисками.

Пример 1: Система мониторинга движения сырья с использованием RFID-технологии (цифровой трекер сырья в доменном цехе №2)

В 2024–2025 годах НЛМК внедрил экспериментальную систему отслеживания движения сырья в доменном цехе №2, используя RFID-метки и LiDAR-сканирование. Система работает следующим образом: образцы сырья (куски руды, агломерата, кокса) помечаются RFID-чипами и загружаются в общий поток с основным материалом. По мере движения по бункерам и эстакадам система в реальном времени отслеживает пути частиц и фиксирует их скорость, плотность, влажность (через LiDAR). Данные сопоставляются с физико-математической моделью доменной печи.

Результат: появилась возможность в реальном времени валидировать точность компьютерных моделей и корректировать расчеты шихты на основе фактических условий. Дополнительно, система позволяет выявлять «узкие места» в шихтовке — места, где скопление материала замедляет процесс и приводит к неравномерной работе печи. Проведенные эксперименты показали, что фактическое движение сырья соответствует теоретическим моделям с погрешностью ±3–5%, что позволяет говорить о высокой предсказательной способности двойников и потенциале для их автоматизированного управления (без участия оператора).

Пример 2: Системы видеоаналитики для оценки состояния коксовых батарей в целом

Помимо системы мониторинга герметичности дверей, на коксохимическом производстве НЛМК применяется расширенная видеоаналитика для оценки общего состояния технологического процесса: пароосодержание, наличие задымления, утечки жидкого кокса, изменение цвета излучения печей (косвенный показатель температурного режима). Система не просто собирает видеоданные, она интегрирует их с параметрами из АСУТП (давление, температура, расход газов) и формирует единый цифровой двойник батареи как целостного объекта. Когда обнаруживается нештатная ситуация (задымление, утечка), система включает соответствующий монитор оператора с видео высокой четкости и подает сигнал тревоги. Эффект: значительное сокращение времени реакции на аварийные ситуации (с 10–20 минут при визуальном наблюдении до 1–2 минут в цифровой системе), предотвращение техногенных аварий и связанных с ними потерь оборудования. Риск простоя коксовой батареи на срок 2–4 недели (ремонт при полном разрушении печи) оценивается в 500 млн – 1,5 млрд рублей потерянной выручки. Даже предотвращение одной такой аварии в год окупает инвестиции в системы видеоаналитики.

Реализация интегрированной экосистемы требует 5–7 лет инвестиций, рассчитана на горизонт окупаемости 5+ лет и несет в себе значительные риски недостижения плановых параметров. Это объясняет, почему менеджмент НЛМК часто выбирает точечные, быстрые проекты с окупаемостью 1–2 года (они дают быструю видимость результата и снижают давление на финансовые показатели). Однако в долгосрочной перспективе такой подход проигрышен.

Это противоречие между краткосрочным финансовым давлением и долгосрочной стратегической ценностью цифровых двойников требует разработки новой методологии оценки их экономической эффективности, которая бы явно учитывала оба горизонта и показывала превосходство системных инвестиций над точечными.

Методика оценки эффективности с учетом макроэкономических и отраслевых рисков

Традиционные методы оценки инвестиционной эффективности (NPV, IRR, Payback Period), разработанные в западном контексте с условиями стабильных валютных курсов, длительного доступа к импортному оборудованию и ПО по неизменным ценам, имеют серьезные ограничения при применении к российским условиям 2025–2026 годов.

Ограничение 1: Временной лаг между инвестированием и проявлением эффектов.

Исследования ЦМАКП и РАНХиГС показывают, что в России этот лаг составляет 18–48 месяцев в зависимости от сложности проекта. Для простых проектов внедрения готовых решений (система видеоаналитики на коксовых батареях) лаг составляет 3–6 месяцев. Для системных проектов (интеграция нескольких цифровых двойников, переподготовка 500+ сотрудников) лаг может составить 24–36 месяцев.

Ограничение 2: Исчерпание легкого импортозамещения и удорожание разработки.

Как было показано в первой части исследования, с 2024–2025 годов Россия вступила в фазу дорогого импортозамещения. Проекты, которые в 2019–2021 годах могли быть реализованы за счет закупки готовых западных систем (которые адаптировались к российским условиям за 2–3 месяца), теперь требуют собственной разработки. Средняя стоимость разработки отечественного аналога западного решения возросла на 20–40% по сравнению с международными аналогами. Это связано с необходимостью использования российских компонентов (процессоры, микроконтроллеры) и высокой стоимостью квалифицированного персонала (инженеры-разработчики ИИ стоят 250–400 тыс. рублей в месяц на московском рынке). Это означает, что окупаемость инвестиций в цифровые двойники растет не потому, что эффекты уменьшились, а потому, что затраты увеличились.

Ограничение 3: Коэффициент валютных рисков

Для НЛМК, компании с активами в России, США и Европе, валютные риски критичны. Многие компоненты и лицензии все еще закупаются в иностранной валюте (даже российские компании-поставщики выставляют счета в долларах США). Курс рубля к доллару во времени написания этой работы (март 2026 г.) составляет ~75–80 рублей за доллар, но в период 2020–2021 гг. он был 70–75 рублей, а в период 2022 г. дошел до 60–65. Это означает, что затраты в рублевом выражении при неизменной цене в долларах колеблются на ±15–20%, что в абсолютном выражении означает разницу в 2–3 млрд рублей для крупного проекта. Классический NPV-расчет обычно использует одну ставку дисконтирования (9–12% для производственного сектора в России в 2024 г.) и не учитывает дополнительный риск от валютных колебаний.

Чтобы преодолеть эти ограничения, предлагается система показателей оценки экономической эффективности цифровых двойников, основанная на концепции **сквозной экономической эффективности (СЭЭ)**, которая разделяет эффекты на две генетически различные группы: операционные и трансформационные.

Группа А: Операционные (тактические) эффекты (горизонт 0–2 года)

Это прямые, легко измеримые эффекты, которые проявляются в течение первых 6–18 месяцев после внедрения цифрового двойника и привязаны к конкретной технологии.

Примеры операционных эффектов:

1. **Снижение расхода сырья и энергии.** На примере системы видеоаналитики на коксовых батареях НЛМК — снижение эмиссии газования дверей в 5 раз означает, что из одной батареи вытекает меньше ценного коксового газа. Поскольку коксовый газ рециклируется (используется для выработки электроэнергии на ТЭЦ), его недостача означает дополнительные затраты на закупку газа из других источников или на топливо.

2. **Сокращение простоев и увеличение производительности оборудования.** Реконструкция доменной печи №6 с встроенной системой ИИ-управления позволила увеличить производительность на 8% (с 3,2 млн до 3,4 млн тонн чугуна в год).

3. **Снижение производства брака и повышение качества продукции.** Система контроля качества полосы металла (СККП) на прокатном стане 1300 ВИЗ-Стали (входит в группу НЛМК) позволяет с точностью 0,5 мм измерять ширину полосы и выявлять микродефекты поверхности (царапины, вмятины, потертости). Это снижает процент брака на 2–3% (в абсолютном выражении тысячи тонн в год), что при цене стальной полосы 80–100 тыс. руб/тонна означает сэкономленную себестоимость в 200–300 млн рублей в год.

4. **Снижение травматизма и аварийности за счет цифровых систем ОТ и ПБ.** Сокращение аварийных ситуаций (техногенные аварии, взрывы, обвалы оборудования) на крупном комбинате означает экономию на ремонте и замене оборудования (простой печи в 2–4 недели стоит 500 млн – 1,5 млрд рублей потерянной выручки), судебных исках и штрафах Ростехнадзора (штрафы за аварийность часто составляют 50–200 млн рублей), медицинском обслуживании пострадавших.

Суммируя все операционные эффекты, они обычно проявляются в полном объеме в течение 12–18 месяцев, но начинают давать частичный результат уже в первые 3–6 месяцев внедрения.

Группа Б: Трансформационные (стратегические) эффекты (горизонт 3–7 лет)

Это «эффекты второго порядка», которые сложнее прямо привязать к одному проекту, но которые возникают за счет систематического использования нескольких взаимосвязанных цифровых двойников.

Примеры трансформационных эффектов:

1. **Рост производительности труда за счет ИИ-помощников.** Когда несколько цифровых двойников начинают взаимодействовать и принимать решения, операторы и инженеры могут сосредоточиться на исключительных ситуациях и стратегических улучшениях вместо рутинного мониторинга. Это означает, что один оператор может контролировать больше оборудования (коэффициент управляемости растет с 1:5 до 1:8–1:10).

2. **Ускорение разработки новых продуктов.** Как показано в примере с физико-математическими моделями в Центре R&D НЛМК, цифровые двойники позволяют сократить время разработки новых марок стали на 30–50% (с 4–5 месяцев до 2,5–3 месяцев). В быстро меняющемся рынке специальных сталей (автомобилестроение, энергетика) это означает возможность первыми вывести новую марку и захватить премиум на рынке за первые 3–6 месяцев.

3. **Снижение закупочной цены сырья за счет постоянной оптимизации.** Цифровые двойники позволяют инженерам НЛМК более точно моделировать, какие характеристики сырья приемлемы для достижения требуемого качества продукции. Это дает возможность переговариваться с поставщиками на более выгодных условиях. Суммарная экономия на закупках может составить 1–2% от себестоимости сырья (в абсолютном выражении 5–10 млрд рублей в год для НЛМК).

4. **Повышение инвестиционной привлекательности компании.** Компании с развитой цифровой экосистемой и предиктивным управлением рисками рассматриваются инвесторами как более стабильные и менее подверженные ударам. Это проявляется в снижении на 0,5–1,5 процентных пункта ставки дисконтирования, которую используют инвесторы при оценке стоимости компании. Для НЛМК с рыночной капитализацией ~300 млрд рублей (2024 г.) снижение ставки дисконтирования на 1 п.п. означает переоценку компании примерно на 30–50 млрд рублей.

5. **Повышение экологичности и снижение рисков санкций.** В контексте усиливающихся экологических требований (Европа, США, Китай усиливают регулирование выбросов углерода), системы цифрового мониторинга и управления экологией становятся стратегическим активом. Благодаря цифровому управлению НЛМК может снизить углеродный отпечаток продукции на 5–10%, что означает возможность экспорта в Европу без повышенного налога.

Трансформационные эффекты проявляются постепенно, начиная со второго года после внедрения, достигая полного объема к 4–5 году. Однако в отличие от операционных эффектов, они нарастают экспоненциально: в год 1–2 они составляют 10–20% от полного объема, в годы 3–4 — 50–80%, к году 5–6 — 90–100%.

На основе выделенных двух групп эффектов предлагается следующая формула расчета **Совокупного экономического эффекта (СЭЭ)** цифрового двойника или системы двойников:

$$СЭЭt = Σ(ОпЭффектi,t) + Σ(ТрЭффектj,t × Ксинергии,t)$$

где:

СЭЭt — совокупный экономический эффект в году t (рублей);

ОпЭффектi,t — операционный эффект i в году t (линейно растет с 0 в году 0 до максимума в году 1–2);

ТрЭффектj,t — трансформационный эффект j в году t (растет экспоненциально, начиная со второго года);

Ксинергии,t — коэффициент синергии в году t (растет от 1,0 при одном цифровом двойнике до 2,5–3,5 при интегрированной системе из 5+ взаимосвязанных двойников).

Коэффициент синергии отражает нелинейное взаимодействие цифровых двойников. При одном двойнике эффекты просто складываются (коэффициент = 1,0). При двух связанных двойниках каждый усиливает эффект другого (синергия +30%, коэффициент = 1,3). При пяти двойниках, когда они начинают полностью интегрироваться, синергия может достичь 150–200% от суммы отдельных эффектов (коэффициент = 2,5–3,0). Например, если система видеоаналитики на коксовых батареях дает эффект E_1, а система управления доменной печью дает эффект E_2, при наличии интеграции между ними суммарный эффект может быть не $E_1 + E_2$, а $E_1 + E_2 + (E_1 + E_2) × 0,5 = 1,5 × (E_1 + E_2)$. Это связано с тем, что информация об улучшении качества кокса тут же используется доменной печью для оптимизации режима работы, что улучшает качество выплавляемого чугуна, что, в свою очередь, позволяет конвертеру снизить расход легирующих элементов и т.д.

Динамика компонентов формулы:

1. **Операционные эффекты:** В году 0 (год принятия решения об инвестировании) эффект = 0. К концу года 0 / началу года 1 начинается пилот, реальный эффект проявляется в 20–30% объеме. К году 1 эффект достигает 80–90% от максимума, к году 2 — 100%. После года 2 операционные эффекты остаются примерно на одном уровне (если не происходит деградации системы или появления новых барьеров).

2. **Трансформационные эффекты:** Требуют наличия нескольких взаимодействующих двойников, поэтому при одном двойнике они часто вообще не реализуются. При систематическом развертывании портфеля двойников они начинают проявляться со второго года (в 5–10% объеме), достигают пика к году 4–5 (80–100% от максимума) и остаются на этом уровне в последующие годы.

3. **Коэффициент синергии:** При одном цифровом двойнике Ксинергии = 1,0 (нет взаимодействия). По мере добавления новых двойников, коэффициент растет: при 2 двойниках ~1,2–1,3, при 3 — ~1,5–1,7, при 4 — ~1,8–2,2, при 5+ — ~2,5–3,5.

Эта методология не только позволяет объективно оценить экономическую целесообразность инвестиций в цифровые двойники, но и создает основание для более информированного стратегического планирования на металлургических предприятиях в условиях российских реалий.

В данном исследовании была описана методология оценки экономической эффективности цифровых двойников в операционном управлении промышленным предприятием. Практическая применимость разработанной методики для НЛМК состоит в возможности объективного обоснования перед инвесторами и советом директоров необходимости долгосрочной стратегии цифровизации, несмотря на краткосрочное давление на финансовые показатели. Описанная методология имеет научное значение не только для НЛМК, но и для российской металлургии в целом и других отраслей обрабатывающей промышленности.

Литература

1. Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, утверждённое распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 ноября 2023 г. № 3113-р. — URL: http://government.ru/docs/49902 (дата обращения: 01.03.2026).

2. Абдрахманова Г.И., Васильковский С.А., Вишневский К.О. и др. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: доклад к XXIII Ясинской (Апрельской) науч. конф.; рук. авт. кол. П.Б. Рудник; НИУ «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом ВШЭ, 2022. — 221 с. — URL: https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082502788/ (дата обращения: 01.03.2026).

3. Цифровизация горно-металлургической отрасли России в 2024 году: аналитический обзор / «Яков и партнёры», ГК «Цифра». — М., 2024. — URL:https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenieii/2024_cifrovizaciya_gorno-metallurgicheskoy_otrasli_rossii_v_2024_godu_yakov_i_partnery/ (дата обращения: 01.03.2026).

4. McKinsey & Company. Digital twins: The art of the possible in product development and beyond. — 2022. — URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-art-of-the-possible-in-product-development-and-beyond (дата обращения: 01.03.2026).

5. McKinsey & Company. Transforming manufacturing with digital twins. — 2024. — URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-next-frontier-of-factory-optimization (дата обращения: 07.03.2026).

6. Группа НЛМК. Консолидированная финансовая отчётность за 12 месяцев 2024 г. (МСФО). — Липецк: ПАО «НЛМК», 2025. — URL: https://nlmk.com/ru/about/governance/regulatory-disclosure/financial-statements/ (дата обращения: 01.03.2026).

7. TAdviser. Обзор: Цифровизация промышленности в России 2025. — 2026. URL:https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор_Цифровизация_промышленности_в_России_2025 (дата обращения: 10.03.2026).

8. Забег на длинные дистанции: цифровая трансформация НЛМК // Управление производством. — URL: https://up-pro.ru/library/strategi/tendencii/zabeg-na-dlinnyye-distantsii/ (дата обращения: 01.03.2026).

9. Как цифровые двойники повышают эффективность металлургии и горной добычи // РБК Компании. — 2026. — URL: https://companies.rbc.ru/news/RdgCSAO6tH/ (дата обращения: 01.03.2026).

10. Verified Market Research. Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report. — 2024. — URL: https://www.comnews.ru/content/232889/2024-04-24/2024-w17/1018/cifrovye-dvoyniki-nabirayut-oboroty (дата обращения: 01.03.2026).

Development of a Model for Assessing the Economic Efficiency of Digital Twins in the Operational Management of an Industrial Enterprise

Dyatchina E.V., Maslennikova I.L., Mukhtarova E.A., Mukhtarova E.A., Redkokashina K.P., Yudina D.S.
Bauman Moscow State Technical University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In this article author examines about the prolem in the context of structural modernisation of Russian industry, digital twins are becoming a critical tool for improving operational efficiency. Based on the analysis of financial indicators of Novolipetsk Steel (NLMK), macroeconomic trends and empirical implementation cases, a methodology for assessing the long-term economic impact of the technology has been developed. The study identifies a significant gap between the potential of digital twins and the current pace of their adoption in Russia, and determines critical success factors for a long-term payback horizon of 5+ years.

Key words: digital twins, economic efficiency, operational management, metallurgy, import substitution, digital transformation, industrial enterprise.

References

1. Strategic direction in the field of digital transformation of manufacturing industries, approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 3113-r dated November 7, 2023. — URL: http://government.ru/docs/49902 (date of reference: 03/01/2026).
2. Abdrakhmanova G.I., Vasilkovsky S.A., Vishnevsky K.O. and others. Digital transformation: expectations and reality: report to the XXIII Yasinskaya (April) Scientific Conference; author. col. P.B. Rudnik; NRU "Higher School of Economics". — M.: Publishing House of the Higher School of Economics, 2022. — 221 p. — URL: https://www.hse.ru/data/2024/03/01/2082502788 / (date of access: 03/01/2026).
3. Digitalization of the mining and metallurgical industry in Russia in 2024: an analytical review / Yakov and Partners, Digital Group of Companies, Moscow, 2024. URL:https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenieii/2024_cifrovizaciya_gorno-metallurgicheskoy_otrasli_rossii_v_2024_godu_yakov_i_partnery/ (date of access: 01.03.2026).
4. McKinsey & Company. Digital Twins: The Art of the Possible in Product Development and Beyond. — 2022. — URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-art-of-the-possible-in-product-development-and-beyond (date of access: 01.03.2026).
5. McKinsey & Company. Transforming Manufacturing with Digital Twins. — 2024. — URL: https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-next-frontier-of-factory-optimization (date of access: 07.03.2026).
6. NLMK Group. Consolidated Financial Statements for 12 Months 2024 (IFRS). — Lipetsk: PAO NLMK, 2025. — URL: https://nlmk.com/ru/about/governance/regulatory-disclosure/financial-statements/ (date of access: 01.03.2026).
7. TAdviser. Review: Digitalization of Industry in Russia 2025. — 2026. URL: https://www.tadviser.ru/index.php(date of access: 10.03.2026).
8. Long-Distance Race: NLMK's Digital Transformation // Production Management. — URL: https://up-pro.ru/library/strategi/tendencii/zabeg-na-dlinnyye-distantsii/ (date accessed: 01.03.2026).
9. How Digital Twins Improve Efficiency in Metallurgy and Mining // RBC Companies. — 2026. — URL: https://companies.rbc.ru/news/RdgCSAO6tH/ (date accessed: 01.03.2026).
10. Verified Market Research. Digital Twin Market Size, Share & Trends Analysis Report. — 2024. — URL: https://www.comnews.ru/content/232889/2024-04-24/2024-w17/1018/cifrovye-dvoyniki-nabirayut-oboroty (date of access: 01.03.2026).

Диагностика корпоративной культуры компании как инструмент эффективной цифровой и ESG-трансформации

Корняков Михаил Викторович
доктор технических наук, доцент, ректор, ИРНИТУ,

Гутгарц Римма Давыдовна
доктор экономических наук, профессор, Институт информационных технологий и анализа данных, ИРНИТУ,

Бережных Мария Валерьевна
кандидат экономических наук, заведующий кафедрой менеджмента, ИРНИТУ,

Евдокименко Софья Сергеевна
студент, кафедры менеджмента, независимый исследователь, ИРНИТУ

В условиях перехода промышленных компаний к ESG-повестке, цифровизации и усилению требований к адаптивности возрастает потребность в диагностике корпоративной культуры как ключевого фактора стратегической эффективности. В статье анализируется корпоративная культура энергетического сегмента компании Эн+ — крупной интегрированной структуры, сочетающей гидро- и теплогенерацию, угольный бизнес и образовательные проекты. Авторами была проведена количественная и качественная оценка текущего профиля культуры, выявлены её сильные стороны и зоны роста. Дополнительно выполнен сравнительный анализ исследуемой компании с тремя репрезентативными компаниями, различающимися по отрасли, стилю управления и степени культурной трансформации. Предложенная методика диагностики может быть использована для оценки культурных моделей в других промышленных компаниях, проходящих этап цифровой и ESG-трансформации.
Ключевые слова: корпоративная культура, энергетический сегмент, модель Денисона, иерархическая культура.

Корпоративная культура энергетического сегмента Эн+ формировалась под влиянием отраслевых традиций, масштабов деятельности, специфики технологических процессов и социальной миссии компании. Она сочетает в себе элементы классической промышленной культуры с современными управленческими практиками, в том числе в области устойчивого развития, безопасности и обучения.

Деятельность Эн+ строится вокруг системы фундаментальных принципов, которые определяют подходы к управлению, взаимодействию с сотрудниками и развитию бизнеса. На уровне документов и внутренних коммуникаций в Эн+ декларируются следующие приоритеты:

1. Безопасность и забота о человеке — культура нулевой терпимости к производственным инцидентам, развитие практик охраны труда.

2. Ответственность и устойчивость — долгосрочные обязательства перед регионами, экологическая и социальная ответственность.

3. Профессионализм и развитие — поддержка инициатив, обучение, кадровые резервы, Университет.

4. Командная работа и уважение — наставничество, горизонтальное взаимодействие, работа советов.

5. Прозрачность и эффективность — ориентация на результат, цифровизация, обратная связь.

Эти ценности транслируются в ежедневную работу через управленческие практики, обучение, ритуалы, каналы коммуникации и системы оценки.

Ценности не существуют сами по себе — они живут в повседневных практиках, ритуалах и каналах коммуникации. В энергетическом сегменте Эн+ для этого выстроена целая система организационных и ритуальных элементов культуры, таких, как:

1. Советы и профессиональные сообщества. Молодёжный совет, Рабочий совет, Совет наставников — действуют на предприятиях в качестве площадок для обсуждения, развития и культурной интеграции. Организуются встречи поколений, «диалоги на равных», конкурсы проектов и образовательные слёты.

2. Кадровые резервы и программы преемственности. Выстроены карьерные маршруты для ИТР, мастеров, руководителей участков. Действует системная программа «Кадровый резерв», включающая обучение, наставничество и развитие soft skills.

3. Корпоративный календарь и ритуалы. Проводятся ежегодные стратегические сессии, производственные слёты, конкурсы профессионального мастерства, мероприятия ко Дню энергетика. Сохраняются локальные ритуалы на уровне предприятий: награждения, наставнические обеды, церемонии выпуска внутренних программ развития.

Активно используются каналы внутренней коммуникации, такие, как внутренние рассылки, корпоративный портал, газета и мессенджеры; прямые линии с руководством, онлайн-встречи. Компания старается вовлекать сотрудников в подготовку и проведение мероприятий, а также обеспечивать коммуникацию по темам охраны труда, экологии, культуры обратной связи.

По данным опроса 2025 года, основными источниками информации остаются: непосредственный руководитель (88%), коллеги (66%), корпоративные соцсети и портал (60%)

4. Культура охраны труда.

Охрана труда — один из базовых элементов культуры энергетического сегмента Эн+. Она включает:

- систему предупреждения травматизма и несчастных случаев;
- регулярное обучение по безопасности, в том числе через цифровые модули;
- оценку культуры безопасности как часть поведенческой диагностики;
- проведение дней охраны труда, чек-листов, аудитов, флешмобов и тематических мероприятий.

В компании культивируется подход: «безопасность начинается с меня», где каждый сотрудник ответственен не только за себя, но и за коллег.

5. Образовательная культура.

Обучение и развитие рассматриваются как часть культурного кода: более 100 программ реализуются через Корпоративный университет Эн+; включены темы лидерства, управления изменениями, бережливого

производства, ESG; поддерживается система микрокурсов, платформенного обучения (UNIVER); вовлечены наставники и внутренние эксперты.

Таким образом, обучение неразрывно связано с трансляцией корпоративных установок и формированием нужного поведения. Корпоративная культура энергетического сегмента Эн+ обладает выраженной структурой, где ценности и нормы поведения закреплены как в формальных регламентах, так и в повседневной практике. Безопасность, развитие, ответственность, командность и внутренняя преемственность — ключевые компоненты культурной модели. Эта система дополняется внутренними ритуалами, развитой системой коммуникаций и вовлечением сотрудников в управленческие и культурные процессы.

Для определения профиля сложившейся корпоративной культуры в компании Эн+, была проведена оценка корпоративной культуры по модели конкурирующих ценностей.

Модель конкурирующих ценностей (Competing Values Framework, CVF), разработанная К. Камероном и Р. Куинном, позволяет классифицировать типы организационной культуры по двум осям:

внутренний — внешний фокус,

ориентация на гибкость — ориентация на стабильность.

На пересечении этих координат формируются четыре базовых типа культуры:

Клановая культура, ориентированная на участие, доверие, поддержку;

Адхократическая культур, ориентированная на инновации, креативность, инициативу;

Иерархическая культура, которая нацелена на порядок, процедуры, надёжность;

Рыночная культура опирается на результат, эффективность, конкуренцию.

Оценка корпоративной культуры в энергетическом сегменте Эн+ проведена на основе экспертного анализа:

содержимого годового отчета и внутренней документации;

структуры управления и процессов;

результатов опроса «Твой голос»;

анализа ритуалов, программ и управленческих практик.

Данные интерпретированы с использованием принципов CVF, позволяющих оценить текущую культуру и визуально отслеживать прогресс с целью повышения эффективности команд.

Результаты оценки — текущий профиль культуры.

Для выявления условных оценок типов культур пройдены следующие шаги:

Выделены ключевые признаки каждого типа культуры согласно модели CVF. Эти признаки отражены в таблице 1.

Таблица 1

Признаки каждого типа культуры

Тип	Ключевые характеристики
Иерархия	Регламенты, стабильность, безопасность, вертикаль
Клан	Советы, наставничество, вовлечённость
Рынок	KPI, результат, конкуренция
Адхократия	Инициативы, гибкость, инновации

Составлена шкала проявленности для каждой группы признаков, оценка того, насколько сильно они выражены в энергетическом сегменте Эн+:

Частота упоминания в документах (годовой отчёт, политика);

Наблюдаемые управленческие практики (например, вертикаль принятия решений, система премирования);

Реальные инициативы (наставничество, советы, стратегические сессии);

Данные из опроса «Твой голос» (вовлечённость, доверие, инициативность).

Присвоены баллы (1–5) по каждой из 6 стандартных категорий CVF:

Доминирующий стиль лидерства;

Организационная культура;

Управление персоналом;

Связующая сила;

Стратегический акцент;

Критерии успеха.

Количество набранных баллов по каждой категории отражено в таблице 2.

Таблица 2

Выставленные баллы по категориям CVF

Категория	Иерархия	Клан	Рынок	Адхократия
Лидерство	5	3	2	1
Культура в организации	4	4	2	1
Управление персоналом	4	4	2	2
Связующая сила	5	3	1	1
Стратегический акцент	4	3	3	2
Критерии успеха	4	3	3	1
Средний балл (из 5)	4.3	3.3	2.2	1.3

Баллы переведены в проценты.

Иерархическая культура ≈ 40%;

Клановая культура ≈ 30%;

Рыночная ≈ 20%;

Адхократическая ≈ 10%.

Оценка выполнена на основе качественного анализа открытых данных, документов, внутренних опросов и управленческих практик. В таблице 3 приведена информация о типах культуры и более подробное их описание.

Таблица 3

Доля каждого типа культуры в культуре Эн+

Тип культуры	Признаки, проявляющиеся в Эн+	Условная оценка (из 100%)
Иерархическая	Сильная вертикаль, формализованные процессы, акцент на безопасность, следование регламентам	40%
Клановая	Развитая система наставничества, советы, вовлечённость, программы развития кадров	30%
Рыночная	KPI, эффективность, контроль затрат, операционная результативность	20%
Адхократическая	Низкий уровень инициативы, ограниченные зоны экспериментов и гибкости	10%

Таким образом, доминантным типом культуры в энергетическом сегменте Эн+ является иерархическая культура с выраженными чертами клановой. Рыночная и адхократическая культуры выражены значительно слабее.

Пояснение к профилю:

Иерархическая культура — логично доминирует в крупной промышленной системе с высоким уровнем регламентации, требованиями по охране труда, технической безопасности и нормативной ответственности.

Клановая культура выражена через советы, корпоративные мероприятия, наставничество, активное участие линейного персонала в обучении.

Рыночные элементы проявляются в фокусе на достижение KPI, особенно в технических и ремонтных подразделениях.

Адхократии в культуре мало: структура не поощряет резкие изменения снизу, есть осторожность в отношении инициатив.

С учётом заявленной стратегии компании (декарбонизация, цифровизация, повышение адаптивности), оптимальным профилем культуры является баланс между иерархической, клановой и адхократической культурами:

Иерархия сохраняется как основа безопасности и надёжности;

Клановая культура должна усиливаться через развитие доверия, обратной связи и горизонтальных связей;

Адхократия должна быть постепенно развита: через кросс-функциональные проекты, «песочницы» для инноваций, поддержку внутренних инициатив.

Корпоративная культура энергетического сегмента Эн+ находится в балансе между формальной управляемостью и внутренней вовлечённостью. Доминирование иерархической модели соответствует отраслевой специфике, однако для реализации стратегических задач — особенно в части инноваций, цифровизации и лидерства — требуется усиление культур гибкости и инициативности. Модель CVF позволяет отразить это смещение как вектор культурной трансформации, необходимой для повышения стратегической эффективности компании.

Дополнить картину позволяет другой инструмент — модель Денисона, которая позволяет оценивать культуру как систему управленческих установок и поведенческих паттернов, напрямую влияющих на эффективность организации. В отличие от типологических моделей, она ориентирована на выявление уровня развития четырёх ключевых измерений культуры:

Вовлечённость (Involvement);

Согласованность (Consistency);

Адаптивность (Adaptability);

Миссия (Mission).

Каждое из них представлено тремя подизмерениями. В рамках настоящей работы оценка проводилась качественным методом, на основе анализа официальных документов, внутренней коммуникации,

опроса персонала (2025), наблюдений и логики управленческих практик. Оценка степени вовлечённости по всем трём подизмерениям представлена в таблице 4.

Таблица 4
Измерение вовлечённости

Подизмерение	Основание для оценки	Балл
Уполномоченность	Советы и участие развиты, но решения централизованы	3
Командная работа	Наставничество, вовлечённость, сильные горизонтальные связи	4
Развитие способностей	Много программ, но основная направленность — исполнение	3.5

Оценка: 3,5 / 5.

Вовлечённость в компании формируется через советы, наставничество, участие в проектах. Система обучения охватывает большинство сотрудников, действует программа резерва. Однако индекс eNPS в 2025 снизился до 17%, что говорит о недостаточной лояльности. Опрос также показал падение показателей признания и личного роста, особенно среди стажёров и молодых специалистов. Степень согласованности подразделений компании по трём подизмерениям приведена в таблице 5.

Таблица 5
Измерение согласованности

Подизмерение	Основание для оценки	Балл
Основные ценности	Ценности задекларированы, но не всегда живут в практике	3
Соглашение	Компромиссы возможны, но часто достигаются административно	3
Координация и интеграция	Слабая горизонталь между подразделениями	3

Оценка: 3 / 5.

Ценности компании чётко зафиксированы, но, по данным опроса и наблюдений, они не всегда последовательно транслируются в поведении руководства и практике премирования. Разные подразделения демонстрируют разную культуру взаимодействия. Отмечается ограниченная согласованность между уровнями управления. Координация усиливается в рамках проектной деятельности, но вне неё — по-прежнему доминирует вертикальный подход. Оценка адаптивности (гибкости) организационной структуры приведена в таблице 6.

Таблица 6
Измерение адаптивности

Подизмерение	Основание для оценки	Балл
Создание изменений	Изменения внедряются сверху, сопротивление на местах	2.5
Клиентоориентированность	Внутренний фокус, ориентация на производственные задачи	2.5
Организационное обучение	Обучение доступно, но акцент на выполнение, не на инициативу	3.5

Оценка: 2,8 / 5.

Компания реализует крупные стратегические изменения (декарбонизация, цифровизация), однако на уровне восприятия сотрудников гибкость невелика. Инициативы воспринимаются формально, готовность к экспериментам — умеренная. По данным опроса, многие сотрудники не чувствуют себя вовлечёнными в изменения, и поддержка идей носит эпизодический характер.

Однако программы обучения, платформа UNIVER и работа над инновациями подтверждают развивающийся потенциал. В таблице 7 приведены результаты оценки миссии компании по трём подизмерениям: стратегическому направлению, целям и задачам, видению будущего.

Таблица 7
Измерение миссии

Подизмерение	Основание для оценки	Балл
Стратегическое направление	Цели чёткие, связаны с ESG и модернизацией	4
Цели и задачи	Сотрудники понимают задачи, но связь с миссией ослаблена	3.5
Видение будущего	Недостаточно проработано на уровне линейного персонала	4.5

Оценка: 4 / 5.

Миссия компании чётко сформулирована и связана с устойчивым развитием. Цели стратегически увязаны с программами развития, цифровизации, экологии. Большинство сотрудников (по опросу) понимают цели своей работы и связь с миссией компании. Однако лишь часть персонала идентифицирует себя с «большим видением» — особенно среди линейного персонала и молодых специалистов. Это говорит о необходимости усиления миссионной коммуникации на всех уровнях. Общие результаты диагностики корпоративной культуры по модели Денисона представлены в таблице 8.

Таблица 8
Сводная таблица

Измерение	Оценка (из 5)	Комментарий
Вовлечённость	3,5	Есть система участия, но не все вовлечены
Согласованность	3	Ценности зафиксированы, но не везде живые
Адаптивность	2,8	Есть прогресс, но инициативность ограничена
Миссия	4	Хорошо оформлена, но частично «отстранена» от персонала

По модели Денисона корпоративная культура энергетического сегмента Эн+ может быть охарактеризована как развивающаяся, управляемая, с высоким уровнем миссии и вовлечённости, но с выраженными зонами роста в областях согласованности и адаптивности. Это соответствует переходному этапу культурной трансформации — от классической промышленной культуры к модели устойчивого, цифрового и человекоцентричного бизнеса.

Проведённый сравнительный анализ корпоративной культуры (представлен в таблице 9), позволяет объективно оценить сильные и слабые стороны модели, реализуемой в энергетическом сегменте Эн+. В рамках анализа выбраны три репрезентативные компании: ПАО «Сибур Холдинг», ОАО «РЖД» и финтех-компания Тинькофф. Компании отличаются по отрасли, масштабу, стилю управления и степени зрелости культурной трансформации, что позволяет проследить разницу в культурных моделях и механизмах их поддержки.

Таблица 9
Сравнительный анализ корпоративных культур

Критерий	**Эн+**	**Сибур**	**РЖД**	**Тинькофф**
Тип культуры по CVF	Иерархическая с элементами клановой	Сбалансирован ная: клановая + рыночная	Иерархическая	Адхократическая
Вовлечённость персонала	Высокая (79,5%)	Высокая (по открытым источникам)	Средняя	Очень высокая (по Gallup)
Гибкость и инновации	Средняя, развивается	Развита, поощряется	Ограниченная	Максимально выражена
Система ценностей	Безопасность, устойчивость, развитие	Лидерство, ESG, клиентский фокус	Стабильность, порядок, долг	Инициативность, скорость, свобода
Культура охраны труда	Ключевой элемент, на высоком уровне	Развита и интегрирована в стратегии	Строгая, формализован ная	Фокус смещён в сторону благополучия
Командная работа и советы	Советы и наставничество, корпоративн ые ритуалы	Командная работав проектах, кросс-функции	Официальные структуры	Гибкие команды и agile
Ориентация на изменения	Постепенное развитие, осторожная трансформация	Активная трансформация, open innovation	Сопротивление изменениям	Норма — постоянные изменения

Таким образом, корпоративная культура Эн+ в своём текущем состоянии соответствует специфике тяжёлой промышленности и высокой регуляторной нагрузки, опираясь на иерархию, безопасность и управляемость. В то же время, по сравнению с компаниями, ориентированными на инновации (как Тинькофф) или интегрированную трансформацию (как Сибур), Эн+ пока сохраняет осторожный подход к изменениям и ограниченную гибкость. Это создаёт потенциал для усиления культурной адаптивности, развития инициативности сотрудников и обновления механизмов внутренней координации.

В ходе анализа корпоративной культуры энергетического сегмента компании Эн+ были рассмотрены структура бизнеса, формальные элементы культуры, а также её оценка с позиции ведущих управленческих моделей, что позволяет сделать следующие выводы о корпоративной культуре Эн+:

Энергетический сегмент Эн+ представляет собой крупную, территориально распределённую систему, включающую гидро- и теплогенерацию, угольный бизнес, сетевую инфраструктуру и образовательную платформу. Он играет стратегическую роль как в экономике регионов, так и в обеспечении устойчивого развития всей Группы Эн+.

Формальная культура в энергетическом сегменте характеризуется высокой степенью регламентированности, акцентом на безопасность, стабильность и кадровое развитие. Ключевыми элементами выступают:

советы, наставничество, ритуалы, охрана труда, корпоративный календарь и структурированная система внутренней коммуникации.

Оценка культуры по модели конкурирующих ценностей (Cameron & Quinn) показала преобладание иерархической культуры (40%) с выраженными чертами клановой (30%). Рыночная (20%) и адхократическая (10%) культуры выражены слабо. Это отражает отраслевую специфику и одновременно указывает на потенциал усиления гибкости и инновационности.

По модели Денисона наибольшую зрелость продемонстрировало измерение «Миссия» (4.0), а также «Вовлечённость» (3.5). Менее выраженными оказались «Согласованность» (3.0) и «Адаптивность» (2.8), что свидетельствует о необходимости укрепления межфункциональных связей и поддержки инициатив на местах.

В сравнении с другими компаниями (Сибур, РЖД, Тинькофф), культура Эн+ выглядит сильной в аспектах безопасности, стабильности и вовлечённости, но отстаёт в темпах культурной трансформации, гибкости и готовности к изменениям. Это открывает пространство для направленного культурного развития с учётом стратегических задач на период до 2035 года.

Таким образом, в энергетическом сегменте Эн+ сформирована прочная основа корпоративной культуры, соответствующая её отраслевым условиям. Однако для достижения стратегической эффективности в условиях цифровизации и ESG-перехода необходим постепенный сдвиг в сторону большей адаптивности, инициативности и культурной открытости.

Литература

1. Афанасьев М. П., Цветков В. А. Стратегический менеджмент: учебник. — М.: Юрайт, 2022. — 336 с. 2. Герасименко В. В. Организационная культура как фактор развития компании // Вестник СПбГУ. Экономика. — 2020. — № 2. — С. 215–229.
2. Семёнова Н. А. Корпоративная культура и стратегическое управление // Менеджмент в России и за рубежом. — 2019. — № 6. — С. 12–18.
3. Щербакова Н. В. Влияние организационной культуры на устойчивое развитие предприятий энергетики // Вестник экономики и управления. — 2023. — № 2. — С. 45–53.
4. Единый отчёт об устойчивом развитии и результатах деятельности Группы Эн+ за 2022 год [Электронный ресурс]. — Эн+ Груп, 2023. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2022.pdf (дата обращения: 10.05.2025).
5. Единый отчёт об устойчивом развитии и результатах деятельности Группы Эн+ за 2023 год [Электронный ресурс]. — Эн+ Груп, 2024. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2023.pdf (дата обращения: 10.05.2025).
6. Единый отчёт об устойчивом развитии и результатах деятельности Группы Эн+ за 2024 год [Электронный ресурс]. — Эн+ Груп, 2025. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2024.pdf (дата обращения: 10.05.2025).
7. Отчёт по результатам корпоративного опроса вовлечённости и удовлетворённости персонала «Твой голос» (энергетический сегмент) за 2025 год. — Внутренний документ компании Эн+ Груп. — Иркутск, 2025. — 38 с.

Diagnosing a company's corporate culture as a tool for effective digital and ESG transformation

Kornyakov M.V., Berezhnykh M.V., Gutgartz R.D., Evdokimenko S.S.
INRTU

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

As industrial companies transition to an ESG agenda, digitalization, and increased demands for adaptability, the need to assess corporate culture as a key factor in strategic effectiveness is growing. This article analyzes the corporate culture of the energy segment of En+, a large integrated company combining hydroelectric and thermal power generation, coal mining, and educational projects. The authors conducted a quantitative and qualitative assessment of the current cultural profile, identifying its strengths and areas for growth. Additionally, a comparative analysis was conducted with three representative companies differing in industry, management style, and degree of cultural transformation. The proposed diagnostic methodology can be used to assess cultural models in other industrial companies undergoing digital and ESG transformation.

Keywords: corporate culture, energy segment, Denison model, hierarchical culture.

References

1. Afanasyev M. P., Tsvetkov V. A. Strategic Management: Textbook. - Moscow: Yurait, 2022. - 336 p. 2. Gerasimenko V. V. Organizational Culture as a Factor in Company Development // Bulletin of St. Petersburg State University. Economics. - 2020. - No. 2. - Pp. 215-229.
2. Semenova N. A. Corporate Culture and Strategic Management // Management in Russia and Abroad. - 2019. - No. 6. - Pp. 12-18.
3. Shcherbakova N. V. The Impact of Organizational Culture on the Sustainable Development of Energy Enterprises // Bulletin of Economics and Management. - 2023. - No. 2. - Pp. 45-53.
4. En+ Group Unified Report on Sustainable Development and Operating Results for 2022 [Electronic resource]. — En+ Group, 2023. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2022.pdf (date of access: 10.05.2025).
5. En+ Group Unified Report on Sustainable Development and Operating Results for 2023 [Electronic resource]. — En+ Group, 2024. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2023.pdf (date of access: 10.05.2025).
6. En+ Group Unified Report on Sustainable Development and Operating Results for 2024 [Electronic resource]. — En+ Group, 2025. — URL: https://enplusgroup.com/files/Enplus_ESG_report_2024.pdf (accessed: 10.05.2025).
7. Report on the results of the corporate survey of employee engagement and satisfaction "Your Voice" (energy segment) for 2025. — Internal document of En+ Group. — Irkutsk, 2025. — 38 p.

Концепция рискогенного замещения человеческого капитала: теоретическая модель каскадного формирования рисков при алгоритмизации управления организациями

Ергунова Ольга Титовна
кандидат экономических наук, доцент, Высшая школа производственного менеджмента, Институт промышленного менеджмента, экономики и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ergunova_ot@spbstu.ru,

Орлова Ольга Юрьевна
доктор экономических наук, профессор, Заведующая кафедрой банков, финансовых рынков и страхования, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Orlova.o@unecon.ru

Статья посвящена разработке концепции рискогенного замещения человеческого капитала — теоретической модели, описывающей многоуровневый каскадный механизм формирования рисков для человеческого капитала организации при интеграции систем искусственного интеллекта в управленческие процессы. В отличие от существующих линейных подходов (C.B. Frey, M.A. Osborne, D. Autor), рассматривающих автоматизацию как прямое замещение задач, предложенная модель раскрывает механизм каскадной генерации вторичных рисков: автоматизация одной управленческой функции порождает цепочку последствий для смежных компетенций, командного взаимодействия и организационной резильентности. Вводится оригинальный понятийный аппарат: «рискогенное замещение», «каскадный риск человеческого капитала», «компетентностная ловушка», «латентная деградация компетенций», «алгоритмическая зависимость». Разработана четырёхуровневая модель каскада рисков, включающая: (1) первичное функциональное замещение, (2) деградацию смежных компетенций, (3) разрушение командного взаимодействия, (4) потерю организационной резильентности. Предложена матрица «тип замещаемой функции — горизонт реализации риска» для классификации каскадных эффектов. На основе анализа данных 58 организаций мегаполисов, осуществляющих интеграцию систем ИИ, эмпирически обоснована каскадная природа рисков и выявлены четыре типа компетентностных ловушек. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-28-01469).

Ключевые слова: рискогенное замещение, человеческий капитал, искусственный интеллект, каскадные риски, компетентностная ловушка, латентная деградация компетенций, алгоритмизация управления, менеджмент организаций.

Введение

Массовое внедрение генеративного искусственного интеллекта (систем класса больших языковых моделей, мультимодальных генеративных моделей, интеллектуальных ассистентов) в практику управления организациями, начавшееся в 2023–2024 гг., создало принципиально новую ситуацию для менеджмента. В отличие от предшествующих волн автоматизации, каждая из которых также воспринималась современниками как радикальная (механизация XIX века, конвейерное производство, компьютеризация 1980-х годов), нынешний этап затрагивает не рутинные физические или стандартизированные когнитивные операции, а именно те функции, которые составляют ядро человеческого капитала организации: аналитическую обработку информации, подготовку управленческих решений, экспертную оценку альтернатив, коммуникативное взаимодействие и креативное решение проблем.

По данным McKinsey Global Institute (2024), к 2030 году до 30% управленческих функций могут быть частично или полностью автоматизированы [1]. Исследование PwC (2025) показало, что 47% российских компаний крупного бизнеса уже используют те или иные системы искусственного интеллекта в управленческих процессах, при этом 68% из них отмечают «непредвиденные последствия» для компетенций и мотивации персонала [2]. Данные Национального центра развития ИИ при Правительстве РФ (2024) фиксируют, что 34% организаций, внедривших системы ИИ в управление, столкнулись с «размыванием ключевых компетенций» работников [3]. Вместе с тем существующая теория менеджмента не располагает адекватным инструментарием для описания и управления рисками, которые этот процесс порождает для человеческого капитала. Доминирующие подходы — макроэкономические модели замещения труда (C.B. Frey, M.A. Osborne [4]), концепция «augmentation vs. replacement» (S. Raisch, S. Krakowski [5]), этика ответственного ИИ (L. Floridi [6]) — рассматривают проблему либо на уровне рынка труда в целом, либо в этическом, а не управленческом ракурсе. На уровне организации — то есть на уровне, где менеджер принимает конкретные решения о внедрении ИИ и управляет их последствиями для персонала — целостная теория рисков отсутствует.

Цель настоящей работы — разработать концепцию рискогенного замещения человеческого капитала, описывающую каскадный механизм формирования рисков при интеграции систем искусственного интеллекта в управленческие процессы организации, и ввести соответствующий понятийный аппарат.

Задачи исследования:

1) систематизировать существующие подходы к проблеме «искусственный интеллект и человеческий капитал» и выявить их ограничения для менеджмента организаций;

2) разработать теоретическую модель каскадного формирования рисков человеческого капитала при алгоритмизации управления;

3) ввести и определить понятийный аппарат концепции рискогенного замещения;

4) предложить классификацию каскадных эффектов и типологию компетентностных ловушек;

5) эмпирически обосновать каскадную природу рисков на данных организаций, интегрирующих системы ИИ.

Научная новизна состоит в следующем: разработана теоретическая концепция рискогенного замещения, объясняющая каскадный характер рисков человеческого капитала при алгоритмизации управления. Введён понятийный аппарат, развивающий существующие подходы к automation complacency и deskilling (Parasuraman, Manzey; Casner et al.) применительно к управленческому контексту. Предложена четырёхуровневая модель каскада и матрица классификации эффектов. Результаты позиционируются как развитие теории менеджмента (п. 1 паспорта специальности ВАК 5.2.6 «Менеджмент»).

Обзор литературы

Проблематика взаимодействия искусственного интеллекта и человеческого капитала исследуется в рамках нескольких научных направлений, ни одно из которых, однако, не формирует целостной теории управления рисками на уровне организации.

Первое направление — экономика труда и автоматизация. Фундаментальная работа C.B. Frey и M.A. Osborne (2017) [4] предложила индекс автоматизации профессий, ставший отправной точкой для масштабных макроэкономических исследований. D. Autor (2015) [7] уточнил модель, показав, что автоматизация затрагивает не профессии в целом, а отдельные задачи внутри профессий. D. Acemoglu и P. Restrepo (2020) [8] разработали модель «задач» (task-based model), описывающую замещение как перераспределение задач между человеком и алгоритмом.

Второе направление — цифровая трансформация управления персоналом. T. Bondarouk и H. Ruel (2009) [9] заложили основы исследования электронного управления человеческими ресурсами. S. Strohmeier (2007) [10] систематизировал подходы к цифровизации функций управления персоналом. В российской науке данное направление представлено работами А.Я. Кибанова, Т.В. Никоновой, А.И. Тихонова.

Третье направление — концепция «дополнение vs. замещение» (augmentation vs. replacement). T.H. Davenport и J. Kirby (2016) [11] предложили модель «усиления» (augmentation), в которой ИИ дополняет, а не замещает человеческие компетенции. S. Raisch и S. Krakowski (2021) [5] развили эту линию, показав гибридные формы взаимодействия человека и алгоритма.

Четвёртое направление, особенно значимое для настоящей работы, — исследования automation complacency и деградации навыков (deskilling). R. Parasuraman и V. Riley (1997) продемонстрировали, что чрезмерное доверие к автоматизированным системам (automation complacency) ведёт к снижению бдительности оператора и росту ошибок. R. Parasuraman и D.H. Manzey (2010) обобщили эмпирические данные о механизмах формирования алгоритмической самоуспокоенности. S.M. Casner, R.W. Geven и K.T. Williams (2013) на примере авиационной отрасли показали, что длительное неиспользование навыков ручного управления ведёт к их устойчивой деградации.

Пятое направление — социотехнический подход к организационным изменениям. Классические работы E. Trist (1981) о социотехнических системах показали, что технологические изменения неразрывно связаны с социальными последствиями и не могут анализироваться изолированно. C.A. Lengnick-Hall, T.E. Beck и M.L. Lengnick-Hall (2011) развили концепцию организационной резильентности, определив её как способность организации восстанавливать функционирование после нарушений.

В российской науке управления проблематика человеческого капитала развивается в работах Р.И. Капелюшникова [12], А.Л. Мазина, С.А. Курганского, а теория управления рисками — в работах В.Н. Вяткина, В.А. Гамзы, Р.М. Качалова [13]. Однако пересечение этих двух направлений — управление рисками именно человеческого капитала, индуцированными искусственным интеллектом — представляет собой научную лакуну. Имеющиеся работы, как правило, сводят риски человеческого капитала к кадровым рискам (текучесть, недостаток квалификации), не поднимаясь до уровня системной теории.

Принципиальное ограничение большинства перечисленных подходов состоит в том, что замещение труда искусственным интеллектом рассматривается как линейный процесс: функция А автоматизируется, человек, выполнявший функцию А, высвобождается, организация перераспределяет ресурсы. Настоящая работа исходит из иной предпосылки: замещение имеет каскадную природу — автоматизация функции А порождает вторичные риски для функций B, C и D, не затронутых автоматизацией непосредственно. При этом мы опираемся на исследования automation complacency и deskilling, перенося их выводы из операторского контекста в контекст управленческих функций организации.

Методика исследования

Исследование основано на сочетании теоретического моделирования и эмпирического обоснования. Теоретическая часть опирается на метод концептуального анализа и синтеза, системный подход к моделированию организационных процессов и метод аналогий (привлечение моделей каскадных отказов из теории надёжности и моделей automation complacency из эргономики для описания каскадных рисков человеческого капитала).

Эмпирическое обоснование выполнено на данных 58 организаций мегаполисов (Санкт-Петербург, Москва, Екатеринбург), осуществляющих интеграцию систем искусственного интеллекта в управленческие процессы. Данные собраны в рамках гранта Российского научного фонда (проект № 25-28-01469) в 2025–2026 гг. методом структурированных экспертных интервью с руководителями и специалистами кадровых служб (n = 127). Обработка данных проведена методами качественного контент-анализа и кластеризации. Транскрипты интервью кодировались двумя независимыми экспертами по заранее разработанной системе категорий, отражающей четыре уровня каскадной модели.

Основная часть

1. Концепция рискогенного замещения: определение и сущность.

Под рискогенным замещением человеческого капитала предлагается понимать процесс, при котором интеграция систем искусственного интеллекта в управленческие процессы организации порождает каскад рисков для человеческого капитала, выходящих за пределы непосредственно автоматизируемых функций и затрагивающих компетенции, мотивацию, организационное знание и командное взаимодействие в смежных, не автоматизированных областях деятельности. Принципиальное отличие данной концепции от существующих подходов заключается в следующем. Линейные модели (Frey, Osborne; Autor; Acemoglu, Restrepo) описывают замещение как «точечное» событие: функция автоматизируется — человек высвобождается. Концепция рискогенного замещения утверждает, что это «точечное» событие запускает цепную реакцию — каскад вторичных, третичных и последующих рисков, которые формируются не в автоматизированной функции, а в смежных, сопряжённых с ней зонах человеческого капитала организации.

2. Четырёхуровневая модель каскада рисков.

Модель каскадного формирования рисков человеческого капитала при алгоритмизации управления включает четыре уровня, каждый из которых порождается предыдущим и, в свою очередь, создаёт условия для следующего (табл. 1).

Таблица 1

Четырёхуровневая модель каскада рисков человеческого капитала при алгоритмизации управления

Уровень	Название	Механизм	Индикаторы	Горизонт
I	Первичное функциональное замещение	Система ИИ принимает на себя выполнение конкретной управленческой функции. Работник утрачивает практику и теряет навык	Снижение скорости/качества ручного выполнения функции на 20–40% в течение 6–12 мес.	0–12 мес.
II	Деградация смежных компетенций	Утрата практики в автоматизированной функции разрушает когнитивные связи с неавтоматизированными функциями	Снижение качества решений в смежных областях	6–24 мес.
III	Разрушение командного взаимодействия	Перераспределение функций между человеком и алгоритмом нарушает сложившиеся коммуникативные паттерны, неявные соглашения, ритуалы взаимодействия.	Снижение показателей командной эффективности; рост конфликтов; утрата «общего языка»	12–36 мес.
IV	Потеря организационной резильентности	Совокупная деградация компетенций и командного взаимодействия	Критические сбои при временном отключении ИИ	24–60 мес.

Источник: разработано автором.

Ключевая характеристика модели — наличие обратных связей между уровнями, придающих каскаду свойство самоусиления.

3. Понятийный аппарат концепции рискогенного замещения.

Для описания процессов, выявленных в ходе теоретического анализа и эмпирического исследования, предлагается следующий набор терминов (табл. 2). Необходимо отметить, что термин «компетентностная ловушка» (competence trap) используется в литературе по организационному обучению со времён работ B. Levitt и J.G. March (1988), где он обозначает ситуацию, при которой организация «застревает» на имеющихся компетенциях, не осваивая новые. В настоящей работе данный термин применяется в ином, более специфическом значении: речь идёт не о неспособности осваивать новое, а о невозможности вернуться к прежнему уровню компетенций после их деградации вследствие алгоритмического замещения. Аналогичным образом, понятие «алгоритмическая зависимость» развивает концепцию automation complacency (Parasuraman, Manzey, 2010), перенося её из операторского контекста в управленческий и дополняя измерением субъективной самооценки компетенций.

Таблица 2

Понятийный аппарат концепции рискогенного замещения

Термин	Определение
Рискогенное замещение	Процесс, при котором интеграция систем ИИ в управленческие процессы порождает каскад рисков для человеческого капитала,

	выходящих за пределы непосредственно автоматизируемых функций
Каскадный риск человеческого капитала	Вторичный, третичный или последующий риск обесценения человеческого капитала, возникающий не в автоматизированной функции, а в смежных зонах компетенций вследствие каскадного эффекта
Компетентностная ловушка	Устойчивое состояние организации, при котором зависимость от систем ИИ достигла уровня, делающего невозможным возврат к «ручному» выполнению функций без критических потерь качества
Латентная деградация компетенций	Снижение уровня компетенций работников, маскируемое алгоритмической поддержкой и обнаруживаемое только при отключении или сбое систем ИИ
Алгоритмическая зависимость	Состояние работника или подразделения, при котором способность выполнять управленческие функции существенно снижена без поддержки системы ИИ, при этом субъективная оценка собственных компетенций остаётся на прежнем уровне

Источник: разработано автором.

4. Матрица классификации каскадных эффектов.

Для систематизации каскадных эффектов предлагается матрица, структурированная по двум измерениям: тип замещаемой управленческой функции (четыре типа) и горизонт реализации каскадного риска (три горизонта). Матрица формирует 12 ячеек, каждая из которых характеризуется специфическим механизмом каскада и набором индикаторов (табл. 3).

Таблица 3
Матрица «тип замещаемой функции — горизонт реализации каскадного риска»

Тип функции	Немедленный (0–6 мес.)	Среднесрочный (6–24 мес.)	Отложенный (24–60 мес.)
Рутинная когнитивная (отчётность, мониторинг)	Утрата навыка ручной обработки данных; потеря чувствительности к аномалиям	Неспособность верифицировать результаты алгоритма; слепое доверие к данным ИИ	Системная потеря «цифровой грамотности»; полная алгоритмическая зависимость
Аналитическая (прогнозирование, оценка)	Снижение качества экспертного суждения; утрата «чувства рынка»	Деградация способности к многофакторному анализу без алгоритмической поддержки	Потеря стратегического видения; неспособность формулировать гипотезы
Креативная (инновации, решение проблем)	Снижение мотивации к генерации альтернатив; «зачем думать, если ИИ предложит»	Атрофия навыков нестандартного мышления; сужение «коридора решений»	Организационная неспособность к инновациям при сбое ИИ
Коммуникативная (переговоры, координация)	Формализация общения через ИИ-посредника; утрата неформальных каналов	Разрушение доверия в команде; рост «алгоритмического отчуждения»	Потеря организационной культуры; неспособность к командному управлению

Источник: разработано автором.

Матрица демонстрирует, что наибольшую опасность представляют каскадные эффекты отложенного горизонта (24–60 месяцев) в креативных и коммуникативных функциях: они наименее заметны на ранних стадиях (маскируются алгоритмической поддержкой), но наиболее разрушительны для организационной резильентности.

5. Эмпирическое обоснование: типология компетентностных ловушек.

Анализ данных 58 организаций мегаполисов, осуществляющих интеграцию систем искусственного интеллекта в управленческие процессы, позволил идентифицировать четыре устойчивых типа компетентностных ловушек (табл. 4), содержательно соответствующих уровням каскадной модели.

Таблица 4
Типология компетентностных ловушек (по данным 58 организаций)

Тип ловушки	Механизм формирования	Частота обнаружения	Критичность	Связь с уровнем каскада
«Ловушка комфорта»	Работники утрачивают мотивацию к поддержанию неиспользуемых компетенций	41 из 58 орг. (71%)	Средняя (обратима при раннем обнаружении)	Уровень I–II (первичное замещение, начало деградации)
«Ловушка невидимости»	Деградация компетенций маскируется корректными результатами ИИ	34 из 58 орг. (59%)	Высокая (обнаруживается на поздних стадиях)	Уровень II (латентная деградация смежных компетенций)
«Ловушка перераспределения»	Высвобожденные от рутины	28 из 58 орг. (48%)	Высокая (ведёт к потере ключевых кадров)	Уровень I–III (переходная, от замещения к разрушению взаимодействия)
«Ловушка фрагментации»	Автоматизация отдельных функций разрывает целостность командных процессов	22 из 58 орг. (38%)	Критическая (затрагивает организационную резильентность)	Уровень III–IV (разрушение командного взаимодействия и потеря резильентности)

Источник: результаты эмпирического исследования в рамках гранта РНФ № 25-28-01469 (2025–2026 гг.).

Результаты эмпирического исследования свидетельствуют в пользу каскадной природы рисков: в 89% случаев (52 из 58 организаций) наблюдались вторичные последствия автоматизации, не прогнозировавшиеся на этапе принятия решения о внедрении ИИ.

6. Сравнительное позиционирование концепции.

Для определения места предложенной концепции в системе существующих подходов представлена сравнительная таблица (табл. 5).

Таблица 5
Сравнительное позиционирование концепции рискогенного замещения

Подход / концепция	Объект анализа	Тип модели	Уровень	Учёт каскадов	Управленч. инструменты
Frey, Osborne (2017)	Профессии / задачи	Линейная (вероятностная)	Макроэкономический	Нет	Нет
Autor (2015)	Задачи внутри профессий	Линейная (task-based)	Макроэкономический	Нет	Нет
Acemoglu, Restrepo (2020)	Задачи / рынок труда	Линейная (равновесная)	Макроэкономический	Нет	Нет
Parasuraman, Manzey (2010)	Оператор / автоматизация	Факторная (эмпирическая)	Индивидуальный / операторский	Частично (complacency→ ошибки)	Нет
Davenport, Raisch (2021)	Взаимодействие чел./ИИ	Описательная	Организационный	Частично	Нет
Floridi (2019)	Этика алгоритмов	Нормативная	Общество	Нет	Нет
Концепция рискогенного замещения (наст. работа)	ЧК организации	Каскадная (с обратными связями)	Организационный	Да (4 уровня с обратными связями)	Да (матрица, типология)

Источник: разработано автором.

Как видно из таблицы 5, предложенная концепция занимает специфическую позицию в системе подходов: она сочетает работу на уровне менеджмента организации с каскадной моделью рисков и предлагает операционализируемый инструментарий (матрицу классификации, типологию ловушек). При этом необходимо признать, что концепция уступает макроэкономическим подходам в масштабе эмпирической базы и строгости количественного аппарата, а подходу Parasuraman–Manzey — в экспериментальной обоснованности механизмов. Развитие концепции в направлении количественной операционализации является приоритетом дальнейших исследований.

7. Ограничения исследования.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов. Качественный дизайн исследования с выборкой из 58 организаций позволяет обосновать теоретическую модель и выявить типичные паттерны, но не обеспечивает статистической репрезентативности. Приводимые доли (71%, 59% и т.д.) характеризуют структуру конкретной выборки и не могут быть напрямую экстраполированы на генеральную совокупность.

Выводы

1. Разработана концепция рискогенного замещения человеческого капитала, описывающая каскадный механизм формирования рисков при алгоритмизации управления. В отличие от линейных моделей замещения (Frey, Osborne; Autor; Acemoglu, Restrepo), концепция показывает, что автоматизация одной управленческой функции порождает цепочку вторичных рисков для смежных, не автоматизированных компетенций.

2. Предложена четырёхуровневая модель каскада: (I) первичное функциональное замещение → (II) деградация смежных компетенций → (III) разрушение командного взаимодействия → (IV) потеря организационной резильентности. Модель включает петли обратной связи между уровнями, придающие каскаду свойство самоусиления.

3. Введён понятийный аппарат, включающий пять терминов: «рискогенное замещение», «каскадный риск человеческого капитала», «компетентностная ловушка», «латентная деградация компетенций», «алгоритмическая зависимость». Понятийный аппарат позволяет перейти от описания симптомов к системному анализу рисков.

4. Разработана матрица «тип замещаемой функции — горизонт реализации каскадного риска» (4 × 3 = 12 ячеек), систематизирующая каскадные эффекты. Показано, что наибольшую опасность представляют отложенные (24–60 мес.) каскады в креативных и коммуникативных функциях.

5. На данных 58 организаций идентифицированы четыре типа компетентностных ловушек: «ловушка комфорта» (71% выборки), «ловушка невидимости» (59%), «ловушка перераспределения» (48%), «ловушка фрагментации» (38%). Установлено соответствие типов ловушек уровням каскадной модели. Каскадная природа рисков зафиксирована в 89% случаев в данной выборке.

6. Дальнейшие исследования целесообразно направить на: (а) разработку количественного индекса уязвимости человеческого капитала организации, основанного на предложенной модели каскада; (б) создание методики стресс-тестирования человеческого капитала; (в) проектирование организационного механизма компенсаторного усиления, при котором ИИ целенаправленно используется для наращивания, а не замещения человеческого капитала; (г) проведение лонгитюдного исследования с контрольной группой для проверки временной динамики каскада.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 25-28-01469 «Нейросетевые решения для управления социально-трудовыми отношениями в цифровой экономике мегаполисов»).

Литература

1. McKinsey Global Institute. A new future of work: The race to deploy AI and raise skills in Europe and beyond / McKinsey Global Institute. — New York: McKinsey & Company, 2024. — 136 p.

2. PricewaterhouseCoopers. Исследование: искусственный интеллект в российских компаниях / PwC Россия. — М.: PwC, 2025. — 48 с.

3. Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. Индекс готовности приоритетных отраслей экономики РФ к внедрению ИИ: аналитический доклад / НЦРИИ, ВЦИОМ. — М., 2024. — 48 с.

4. Frey, C.B. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? / C.B. Frey, M.A. Osborne // Technological Forecasting and Social Change. — 2017. — Vol. 114. — P. 254–280. — DOI: 10.1016/j.techfore.2016.08.019.

5. Raisch, S. Artificial intelligence and management: The automation-augmentation paradox / S. Raisch, S. Krakowski // Academy of Management Review. — 2021. — Vol. 46, No. 1. — P. 192–210. — DOI: 10.5465/amr.2018.0072.

6. Floridi, L. Establishing the rules for building trustworthy AI / L. Floridi // Nature Machine Intelligence. — 2019. — Vol. 1, No. 6. — P. 261–262. — DOI: 10.1038/s42256-019-0055-y.

7. Autor, D.H. Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation / D.H. Autor // Journal of Economic Perspectives. — 2015. — Vol. 29, No. 3. — P. 3–30. — DOI: 10.1257/jep.29.3.3.

8. Acemoglu, D. Robots and jobs: Evidence from US labor markets / D. Acemoglu, P. Restrepo // Journal of Political Economy. — 2020. — Vol. 128, No. 6. — P. 2188–2244. — DOI: 10.1086/705716.

9. Bondarouk, T. Electronic HRM: Four decades of research on adoption and consequences / T. Bondarouk, H. Ruel // International Journal of Human Resource Management. — 2009. — Vol. 20, No. 3. — P. 505–514.

10. Strohmeier, S. Research in e-HRM: Review and implications / S. Strohmeier // Human Resource Management Review. — 2007. — Vol. 17, No. 1. — P. 19–37.

11. Davenport, T.H. Only humans need apply: Winners and losers in the age of smart machines / T.H. Davenport, J. Kirby. — New York: Harper Business, 2016. — 288 p.

12. Капелюшников, Р.И. Человеческий капитал России: эволюция и структурные особенности / Р.И. Капелюшников // Вестник общественного мнения. — 2005. — № 4(78). — С. 46–54.

13. Качалов, Р.М. Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения / Р.М. Качалов. — М.: Нестор-История, 2012. — 248 с.

14. Ергунова, О.Т. Нейросетевые решения и блокчейн в управлении трудовыми ресурсами мегаполисов: концепции, модели, прогнозы / О.Т. Ергунова, А.Г. Сомов, А.А. Иващенко, А.А. Седякина. — СПб.: Политехпресс, 2025. — 258 с.

15. Ергунова, О.Т. Трансформация базовых компетенций человеческих ресурсов в эпоху цифровизации / О.Т. Ергунова, С.Г. Пьянкова // Ars Administrandi. — 2025. — Т. 17, № 2. — С. 267–294. — DOI: 10.17072/2218-9173-2025-2-267-294.

The concept of riskogenic substitution of human capital: a theoretical model of cascading risk formation in the algorithmization of organizational management

Ergunova O.T., Orlova O.Yu.
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article develops the concept of riskogenic substitution of human capital — a theoretical model describing the multi-level cascading mechanism of risk formation for an organization's human capital during the integration of artificial intelligence systems into management processes. Unlike existing linear approaches (C.B. Frey, M.A. Osborne, D. Autor), which treat automation as direct task substitution, the proposed model reveals the mechanism of cascading generation of secondary risks: the automation of one management function triggers a chain of consequences for adjacent competencies, team interaction, and organizational resilience. An original conceptual apparatus is introduced: 'riskogenic substitution,' 'cascading human capital risk,' 'competence trap,' 'latent competence degradation,' and 'algorithmic dependence.' A four-level risk cascade model is developed, including: (1) primary functional substitution, (2) degradation of adjacent competencies, (3) disruption of team interaction, and (4) loss of organizational resilience. A matrix of 'substituted function type — risk realization horizon' is proposed for classifying cascading effects. Based on data from 58 organizations in megacities implementing AI systems, the cascading nature of risks is empirically supported and four types of competence traps are identified. The research was supported by the Russian Science Foundation (project No. 25-28-01469).

Keywords: riskogenic substitution, human capital, artificial intelligence, cascading risks, competence trap, latent competence degradation, algorithmization of management, organizational management.

References

1. McKinsey Global Institute (2024). A new future of work: The race to deploy AI and raise skills in Europe and beyond. New York: McKinsey & Company, 136 p.

2. PricewaterhouseCoopers (2025). Issledovanie: iskusstvennyy intellekt v rossiyskikh kompaniyakh [Study: Artificial intelligence in Russian companies]. Moscow: PwC Russia, 48 p. (In Russian).

3. National Center for the Development of Artificial Intelligence under the Government of the Russian Federation (2024). Indeks gotovnosti prioritetnykh otrasley ekonomiki RF k vnedreniyu II: analiticheskiy doklad [Readiness index of priority sectors of the Russian economy for AI implementation: analytical report]. Moscow: NCRAI, VCIOM, 48 p. (In Russian).

4. Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 114, 254–280. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.08.019.

5. Raisch, S. & Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation-augmentation paradox. Academy of Management Review, 46(1), 192–210. DOI: 10.5465/amr.2018.0072.

6. Floridi, L. (2019). Establishing the rules for building trustworthy AI. Nature Machine Intelligence, 1(6), 261–262. DOI: 10.1038/s42256-019-0055-y.

7. Autor, D.H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. Journal of Economic Perspectives, 29(3), 3–30. DOI: 10.1257/jep.29.3.3.

8. Acemoglu, D. & Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. Journal of Political Economy, 128(6), 2188–2244. DOI: 10.1086/705716.

9. Bondarouk, T. & Ruel, H. (2009). Electronic HRM: Four decades of research on adoption and consequences. International Journal of Human Resource Management, 20(3), 505–514.

10. Strohmeier, S. (2007). Research in e-HRM: Review and implications. Human Resource Management Review, 17(1), 19–37.

11. Davenport, T.H. & Kirby, J. (2016). Only humans need apply: Winners and losers in the age of smart machines. New York: Harper Business, 288 p.

12. Kapelyushnikov, R.I. (2005). Chelovecheskiy kapital Rossii: evolyutsiya i strukturnye osobennosti [Human capital of Russia: evolution and structural features]. Vestnik obshchestvennogo mneniya, 4(78), 46–54. (In Russian).

13. Kachalov, R.M. (2012). Upravlenie ekonomicheskim riskom: teoreticheskie osnovy i prilozheniya [Economic risk management: theoretical foundations and applications]. Moscow: Nestor-Istoriya, 248 p. (In Russian).

14. Ergunova, O.T., Somov, A.G., Ivashchenko, A.A. & Sedyakina, A.A. (2025). Neyrosetevye resheniya i blokcheyn v upravlenii trudovymi resursami megapolisov: kontseptsii, modeli, prognozy [Neural network solutions and blockchain in managing labor resources of megacities: concepts, models, forecasts]. St. Petersburg: Politekhpress, 258 p. (In Russian).

Адаптивная модель стратегического обеспечения конкурентоустойчивости малых и средних предприятий

Катышев Евгений Павлович
аспирант факультета Бизнеса, Университет «Синергия», egen-k@inbox.ru

Статья посвящена разработке адаптивной модели стратегического обеспечения конкурентоустойчивости малых и средних предприятий рынка строительных материалов в условиях разрывов поставок, перестройки логистики, изменения валютно-платёжных условий и ужесточения требований к качеству. Теоретическая рамка носит универсальный характер и применима к странам с высокой концентрацией внешних закупочных контуров. Предложен интегральный индекс конкурентной нестабильности, объединяющий блок уязвимостей и блок способностей предприятия, а также правило стратегического выбора, основанное на недопущении роста нестабильности при сохранении допустимого потенциала развития. В модель встроены ресурсный фильтр, система запретов, двухпериодное правило перехода между стратегическими уровнями и контур раннего предупреждения. Сокращённая журнальная версия акцентирует методическую часть, стратегическую логику переходов и результаты сценарного стресс-тестирования. Показано, что устойчивый переход к контрактному производству, собственной торговой марке и локализации возможен лишь при одновременном снижении зависимости, логистических и валютных рисков и наращивании финансовых, операционных, качественных и цифровых способностей. Предложенный инструментарий может использоваться как в корпоративной практике МСП, так и в программах институтов поддержки.

Ключевые слова: малые и средние предприятия, строительные материалы, конкурентная устойчивость, цепочки создания стоимости, логистические риски, цифровизация, локализация, стресс-тестирование.

Введение

Геоэкономическая турбулентность 2022–2025 гг. довольно жёстко показала: для МСП рынка строительных материалов опасность возникает не тогда, когда уже падают выручка и прибыль, а существенно раньше — на уровне концентрации закупок, удлинения логистического плеча, ухудшения платёжных условий, роста рекламаций и дефицита управленческой координации. Иначе говоря, предприятие может ещё демонстрировать приемлемые финансовые результаты, но уже входить в зону стратегической неустойчивости. Именно поэтому в статье акцент переносится с постфактум-метрик на ранние индикаторы уязвимости и способности к адаптации [3–6].

В международной литературе устойчивость цепочек поставок обычно трактуется как результат баланса между уязвимостями и возможностями их нейтрализации [4; 7–9]. Для МСП такая постановка особенно важна, поскольку небольшой масштаб бизнеса усиливает чувствительность к срывам поставок, курсовым колебаниям, ошибкам выбора поставщика и дефициту оборотного капитала. Вместе с тем именно у МСП быстрее проявляются динамические способности — способность обнаруживать изменения, захватывать окна возможностей и перестраивать ресурсы под новый контур стоимости [3; 5]. На мой взгляд, здесь и возникает ключевой исследовательский вопрос: каким образом перевести общий тезис об устойчивости в прикладной инструмент выбора стратегии, пригодный для регулярного использования собственником или менеджментом?

Цель статьи состоит в разработке и апробации адаптивной модели стратегического обеспечения конкурентоустойчивости МСП рынка строительных материалов. Задачи исследования таковы: во-первых, сконструировать интегральный индекс конкурентной нестабильности; во-вторых, увязать его с «лестницей» стратегической интеграции предприятия в цепочки создания стоимости; в-третьих, проверить модель на эмпирических кейсах и сценариях внешних шоков.

Материалы и методы

Методическая конструкция опирается на три группы источников. Первая — теория устойчивости и идея функции Ляпунова, позволяющая оценивать не только уровень, но и направление изменения состояния системы [1; 2]. Вторая — концепция динамических способностей, объясняющая, почему предприятия различаются по скорости и качеству адаптации к внешним изменениям [3]. Третья — исследования устойчивости цепочек поставок, цифровизации и сценарного управления [4–10].

Для практического расчёта выделяются два блока показателей. V-блок описывает уязвимости: концентрацию зависимости от ключевых поставщиков, логистико-санкционные риски, валютно-платёжные риски, риски качества и соответствия, а также рыночную волатильность. С-блок отражает способности предприятия: финансовую устойчивость, операционную управляемость цепочки, контур качества, цифровые инструменты, организационную зрелость и динамические способности к перенастройке. Такая двухконтурная конструкция позволяет оценивать не разрозненные симптомы, а именно баланс между внешним давлением и внутренней адаптационной мощностью предприятия.

Количественные показатели нормируются на интервале [0; 1] по процедуре min-max, а качественные параметры переводятся в порядковую шкалу 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0. Весовые коэффициенты определяются по облегчённой процедуре либо, при дефиците экспертных данных, задаются как равновесные внутри V- и С-блоков. После нормирования рассчитываются агрегированные индексы уязвимостей и способностей, а далее — базовый индекс конкурентной нестабильности:

$$ИКН(t) = V(t)/(C(t) + \varepsilon),$$

где $V(t)$ - агрегированная оценка уязвимостей, $C(t)$ - агрегированная оценка способностей, ε - малый сглаживающий параметр.

и траекторный индекс $ИКН^{*}_{(t)} = ИКН_{(t)} + \beta \times (ИКН_{(t)} - ИКН_{(t-1)})$,

где $\beta \in [0; 0{,}5]$ — коэффициент чувствительности к ускорению нестабильности. Параметр β ограничен интервалом [0;0,5], поскольку при β = 0 динамическая поправка отключается и модель сводится к базовому индексу, а при β>0,5 вклад поправки становится сопоставимым с базовым уровнем ИКН и может искажать интерпретацию текущего состояния предприятия. Следовательно, интервал [0; 0,5] задаёт режим, при котором динамика учитывается как сигнал ускорения нестабильности, но не подменяет собой базовую оценку.

Содержательно эта запись предельно прозрачна. Чем выше уязвимости и чем слабее способности, тем более напряжённым становится состояние предприятия. При значениях индекса ниже единицы способности в среднем перекрывают ограничения и у фирмы сохраняется пространство для развития. При переходе индекса выше единицы уязвимости начинают доминировать, а значит, любое ускорение стратегического роста требует особой осторожности.

Для управленческого применения, однако, важен не только уровень индекса, но и его динамика. На практике это означает, что единичное значение ещё не даёт полного ответа: компания может иметь умеренный уровень нестабильности, но быстро входить в ухудшающуюся траекторию. Поэтому в рабочей версии методики базовый индекс дополняется траекторной корректировкой, усиливающей сигнал в тех периодах, когда неблагоприятная динамика ускоряется. В публикационной версии статьи эта процедура не детализируется полностью, поскольку здесь важнее не формульная полнота, а сама логика: для регулярного управления следует отслеживать не только текущее соотношение блоков, но и направление изменения состояния.

Также для прикладной интерпретации результатов расчёта вводится зональная шкала конкурентного состояния предприятия. Зелёная зона соответствует состоянию, при котором уровень конкурентной нестабильности остаётся контролируемым и допускает реализацию стратегий развития. Жёлтая зона отражает пограничное состояние: предприятие сохраняет потенциал адаптации, однако развитие должно сопровождаться мерами по ограничению уязвимостей и укреплению способностей. Красная зона означает критическое преобладание уязвимостей над адаптационными возможностями; в этом случае приоритет получают стабилизационные решения, а переход к более сложным стратегическим уровням следует ограничивать. Пороговые значения между зонами целесообразно калибровать с учётом отраслевой специфики, динамики самого предприятия и экспертной оценки момента, когда отклонения приобретают системный характер.

Практическая апробация и интерпретация результатов

Проверка предложенного подхода проводилась на совокупности кейсов предприятий рынка строительных материалов, прошедших различные траектории адаптации. В публикационной версии статьи кейсы целесообразно обезличить. Это не снижает доказательную ценность материала, но позволяет избежать ненужного раскрытия внутренней логики диссертационного инструментария до защиты.

В первой группе кейсов фиксировалась успешная траектория перехода от тактического импорта к более высоким уровням интеграции. Для таких компаний было характерно последовательное снижение уязвимостей при одновременном укреплении контура способностей. Наиболее показательным оказался случай предприятия, которое после кризисного периода смогло улучшить состояние за счёт усиления контроля качества, повышения управляемости поставок и наращивания операционных компетенций. Уже после этого стало возможным расширение в сторону контрактного производства или локализации.

Во второй группе кейсов анализировались предприятия, ускорявшие развитие без достаточного укрепления способностей. Внешне такие решения могли выглядеть рациональными: рост оборота, запуск новых контрактов, расширение ассортимента. Однако индикатор показывал, что при этом сохраняется высокий уровень зависимости, не решены вопросы качества и не создан финансовый буфер. В подобных ситуациях переход к более сложным стратегиям оказывался преждевременным. Именно здесь инструмент ранней диагностики особенно полезен: он не только фиксирует текущее состояние, но и ограничивает стратегический «перескок».

Третья группа кейсов касалась предприятий, для которых важен был не только выбор стратегии, но и оценка её устойчивости на горизонте нескольких периодов. В этих случаях индикатор показал себя как удобный фильтр допустимости: если неблагоприятная динамика сохранялась несколько периодов подряд, это означало, что предприятие входит в более рискованный режим, даже если часть локальных показателей временно улучшается.

С практической точки зрения важен ещё один результат. Индикатор оказывается полезным не только для диагностики, но и для коммуникации внутри самой компании. В МСП собственник, финансовый контур, закупки, логистика и коммерческий блок часто видят ситуацию по-разному. Сведение состояния фирмы к прозрачной двухконтурной логике позволяет обсуждать не разрозненные жалобы и интуитивные опасения, а понятный баланс уязвимостей и способностей. Это делает инструмент пригодным для регулярного цикла решений.

Таблица 1

Обобщённые результаты апробации подхода

Тип траектории	Динамика состояния	Управленческий вывод
От стабилизации к интеграции	переход из красной/жёлтой зоны в зелёную при одновременном снижении уязвимостей и росте способностей	развитие допустимо после подтверждения устойчивости
Ускорение без укрепления способностей	временное улучшение отдельных показателей при сохранении напряжённого состояния	переход к более сложной стратегии преждевременен
Поэтапная интеграция	устойчивое движение в пределах допустимой зоны при контроле качества, логистики и финансового контура	возможен рост без разрушения устойчивости

Практическая значимость

Для менеджмента МСП предложенная модель может быть сведена к компактному квартальному регламенту: сбор данных; расчёт ИКН*; определение зоны; формирование нескольких альтернатив; проверка ресурсного фильтра и запретов; выбор решения; контроль отклонений в следующем периоде. Такая процедура делает стратегическое управление повторяемым и, что особенно важно, дисциплинирует переход от реактивных решений к системной адаптации.

Для институтов поддержки модель полезна как инструмент сегментации предприятий по зрелости. Компаниям уровня S1–S2 нужны решения, снижающие логистические и платёжные риски и ускоряющие цифровизацию; предприятиям S3–S4 — поддержка сертификации, инжиниринга и развития СТМ; проектам S5 — механизмы софинансирования локализации и инфраструктурные гарантии. Тем самым методика связывает задачи отдельного предприятия с более широкой логикой технологического суверенитета и удержания добавленной стоимости внутри национальной экономики.

Заключение

Разработанная в статье адаптивная модель стратегического обеспечения конкурентоустойчивости МСП объединяет три элемента: интегральную оценку уязвимостей и способностей, правила перехода между стратегическими уровнями и сценарное стресс-тестирование. В результате получен инструмент, который позволяет одновременно диагностировать текущее состояние предприятия и отбирать допустимые траектории развития.

Проведённое исследование показывает, что устойчивый рост на рынке строительных материалов обеспечивается не простым переключением страны поставщика, а управляемым сочетанием диверсификации, цифровизации, контроля качества и постепенного продвижения вверх по цепочке создания стоимости. На мой взгляд, именно эта связка и составляет главный практический результат предложенной модели: она превращает абстрактный тезис об адаптивности в последовательность вполне проверяемых управленческих решений.

Литература

1. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения. Харьков: Типография Зильберберга, 1892. 251 с.
2. Khalil H. K. Nonlinear Systems. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 750 с.
3. Barney J. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. Journal of Management. 1991, 99с.
4. Teece D. J., Pisano G., Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal. 1997, 533 с.
5. Teece D. J. Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of Enterprise Performance. Strategic Management Journal. 2007
6. Christopher M., Peck H. Building the Resilient Supply Chain. The International Journal of Logistics Management. 2004, 15 с.
7. Pettit T. J., Fiksel J., Croxton K. L. Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework. Journal of Business Logistics. 2010, 31 с.
8. Bhamra R., Dani S., Burnard K. Resilience: The Concept, a Literature Review and Future Directions. International Journal of Production Research. 2011.
9. Duchek S. Organizational Resilience: A Capability-Based Conceptualization. Business Research. 2020.
10. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 с.
11. Sheffi Y. The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. 416 с.

An Adaptive Model for Strategic Competitiveness Support for Small and Medium-Sized Enterprises

Katyshev E.P.
Synergy University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article is devoted to the development of an adaptive model for strategically supporting the competitiveness of small and medium-sized enterprises in the construction materials market in the face of supply disruptions, logistics restructuring, changing currency and payment conditions, and tightening quality requirements. The theoretical framework is universal and applicable to countries with a high concentration of external procurement circuits. An integrated competitive instability index is proposed, combining a set of vulnerabilities and capabilities of the enterprise, as well as a strategic choice rule based on preventing the growth of instability while maintaining acceptable development potential. The model incorporates a resource filter, a prohibition system, a two-period rule for transitions between strategic levels, and an early warning system. The abridged journal version emphasizes the methodological section, the strategic logic of transitions, and the results of scenario stress testing. It is shown that a sustainable transition to contract manufacturing, private labeling, and localization is only possible with a simultaneous reduction in dependency, logistical and currency risks, and the strengthening of financial, operational, quality, and digital capabilities. The proposed tools can be used both in SME corporate practices and in support institution programs.

Keywords: small and medium-sized enterprises, construction materials, competitive resilience, value chains, logistical risks, digitalization, localization, stress testing.

References

1. Lyapunov, A. M., “The General Problem of Motion Stability.” Kharkov: Zilberberg Printing House, 1892. 251 p.
2. Khalil, H. K., Nonlinear Systems. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. 750 p.
3. Barney, J., “Firm Resources and Sustained Competitive Advantage.” Journal of Management. 1991. 99 p.
4. Teece, D. J., Pisano, G., Shuen, A., “Dynamic Capabilities and Strategic Management.” Strategic Management Journal. 1997. 533 p.
5. Teece, D. J., “Explicating Dynamic Capabilities: The Nature and Microfoundations of Enterprise Performance.” Strategic Management Journal. 2007.
6. Christopher, M., Peck, H., “Building the Resilient Supply Chain.” The International Journal of Logistics Management. 2004, 15 p.
7. Pettit T. J., Fiksel J., Croxton K. L. Ensuring Supply Chain Resilience: Development of a Conceptual Framework. Journal of Business Logistics. 2010, 31 p.
8. Bhamra R., Dani S., Burnard K. Resilience: The Concept, a Literature Review and Future Directions. International Journal of Production Research. 2011.
9. Duchek S. Organizational Resilience: A Capability-Based Conceptualization. Business Research. 2020.
10. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 pp.
11. Sheffi Y. The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage. Cambridge, MA: MIT Press, 2005. 416 pp.

Методология Jobs–Archetype Mapping в брендинге: синтез подходов Jobs to Be Done и архетипического моделирования

Ковалев Евгений Валерьевич
факультет Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте, инженер по специальности «Многоканальные телекоммуникационные системы», Ростовский государственный университет путей сообщения, evkovalev@gmail.com

В статье рассматриваются теоретические и методологические основания Jobs–Archetype Mapping в брендинге. Показано, что в условиях усиления конкуренции между брендами, стандартизации продуктовых предложений и усложнения потребительского выбора традиционные модели позиционирования не в полной мере обеспечивают согласование между значимой потребительской задачей и устойчивой формой ее коммуникационного выражения. Особое внимание уделено ограничениям автономного использования каждого из двух подходов. Установлено, что Jobs to Be Done позволяет выявить содержательное основание выбора и ожидаемый прогресс потребителя, однако не задает механизма его символической репрезентации в бренде. В свою очередь, архетипическое моделирование обеспечивает бренду эмоциональную выразительность, ролевую целостность и культурную считываемость, но при самостоятельном применении не всегда обладает достаточной связью с конкретной потребительской задачей. Проанализирована внутренняя структура методологии Jobs–Archetype Mapping, включающая последовательный переход от потребительской задачи к мотиву, архетипу, обещанию прогресса и системе визуальных и вербальных кодов. \
Ключевые слова: брендинг, позиционирование бренда, Jobs to Be Done, архетипическое моделирование, Jobs–Archetype Mapping, потребительская мотивация, архетипы бренда, обещание прогресса, фирменный стиль, бренд-коммуникация.

Введение

В условиях высокой насыщенности цифровой среды коммуникационными сообщениями, усиления конкуренции между брендами и ускоренного копирования продуктовых характеристик особую значимость приобретает поиск методологических подходов, способных обеспечить устойчивую дифференциацию бренда и более точное соответствие его коммуникации глубинным потребностям целевой аудитории. Традиционные инструменты брендинга, ориентированные либо на описание функциональных преимуществ продукта, либо на формирование символического образа бренда, все чаще демонстрируют ограниченную эффективность в ситуациях, когда потребительский выбор определяется не только рациональными характеристиками предложения, но и его способностью отражать значимый для потребителя жизненный прогресс, ценности и самоидентификацию. Отсюда возрастает интерес к концепциям, позволяющим интегрировать клиентскую мотивацию, сценарии потребительского выбора и символические механизмы позиционирования, в связи с чем особое значение приобретает разработка методологии брендинга, объединяющей подход Jobs to Be Done и архетипическое моделирование, поскольку именно такая интеграция позволяет рассматривать бренд одновременно как инструмент решения значимой потребительской задачи и как носитель эмоционально-символического смысла.

Несмотря на широкое распространение как концепции Jobs to Be Done, так и архетипического подхода в маркетинговой и бренд-стратегической практике, их применение в большинстве случаев сохраняет раздельный характер, что ограничивает аналитические и прикладные возможности обеих моделей. Подход JTBD позволяет выявлять клиентские задачи, мотивы выбора и ожидаемый прогресс, однако не дает достаточного инструментария для перевода этих инсайтов в устойчивую символическую систему бренда и его коммуникационные коды. В свою очередь, архетипическое моделирование обеспечивает бренду эмоциональную выразительность и нарративную целостность, но нередко используется вне прямой связи с конкретной потребительской задачей, что повышает риск декларативности, эссенциализации образа бренда и слабой эмпирической привязки к мотивации аудитории.

Цель исследования: проанализировать методологические основания Jobs–Archetype Mapping в брендинге как синтетического подхода, объединяющего логику Jobs to Be Done и архетипического моделирования.

Задачи исследования:

– проанализировать теоретические предпосылки интеграции подходов Jobs to Be Done и архетипического моделирования в брендинге;

– раскрыть содержание и структуру методологии Jobs–Archetype Mapping, включая логику перехода от Big Job к мотиву, архетипу и обещанию прогресса;

– определить методологические возможности и ограничения применения Jobs–Archetype Mapping в практике бренд-стратегии и коммуникационного позиционирования.

Теоретические основания синтеза Jobs to Be Done и архетипического моделирования

По мере усложнения рыночной среды и роста символической конкуренции между брендами устойчивое позиционирование требует одновременного учета как функциональной значимости предложения, так и его смыслового, эмоционального и культурного измерения, в связи с чем особую актуальность приобретает сопоставление двух исследовательских направлений: подхода Jobs to Be Done, ориентированного на выявление клиентской задачи, и архетипического моделирования, ориентированного на формирование устойчивого эмоционального и ценностного образа бренда.

Подход Jobs to Be Done исходит из того, что потребитель выбирает продукт не сам по себе, а как средство решения определенной задачи. В центре анализа находится не товарная категория и не формальные признаки аудитории, а тот результат, которого человек стремится достичь в конкретной ситуации, что позволяет рассматривать потребление как форму целенаправленного действия, в рамках которого продукт «нанимается» для выполнения значимой функции. В зарубежной литературе подчеркивается, что Jobs to Be Done представляет собой именно способ переопределения рыночного анализа через фокус на работе, которую потребитель стремится выполнить, а не через описание самого объекта обмена [16]. Подход Jobs to Be Done позволяет перейти:

– от анализа товара к анализу пользовательского запроса;

– от сегментации по признакам к сегментации по логике выбора;

– от описания преимуществ продукта к выявлению ожидаемого прогресса.

Именно поэтому исследуемый подход постепенно выходит за рамки сугубо прикладной продуктовой методики и начинает использоваться как более широкий инструмент стратегического осмысления ценности предложения.

В российской научной литературе подход Jobs to Be Done также рассматривается как метод, позволяющий уточнить основания стратегического маркетинга. С. М. Куцанкин отмечает, что использование данного подхода способствует более точному пониманию мотивации потребителя и позволяет соотнести маркетинговое предложение не с абстрактным сегментом, а с реально значимой для клиента задачей [6]. Тем самым ценность продукта формируется не на уровне набора свойств, а на уровне его способности быть включенным в решение конкретной проблемы или достижение желаемого состояния. Аналогичная позиция прослеживается и в работах, посвященных позиционированию на формирующихся рынках. По мнению Ю. Н. Соловьевой и В. О. Львовой, подход Jobs to Be Done позволяет компаниям выстраивать позиционирование не вокруг декларативных преимуществ, а вокруг тех оснований выбора, которые действительно определяют решение потребителя в условиях рыночной неопределенности [11].

Если Jobs to Be Done отвечает прежде всего на вопрос о том, что именно важно клиенту, то архетипическое моделирование связано с вопросом о том, каким образом бренд должен быть представлен, чтобы это значение стало эмоционально и культурно считываемым. Архетип в данном случае выступает не просто художественным образом, а смысловой рамкой, задающей бренду определенную ролевую позицию, интонацию, систему ценностей и характер взаимодействия с аудиторией. По мнению Е. Н. Стрижаковой и Д. В. Стрижакова, использование архетипов в маркетинге позволяет придать бренду большую целостность и выразительность, поскольку архетипическая модель обеспечивает его узнаваемость на уровне устойчивых смысловых схем и эмоционально значимых образов [12]. За счет этого бренд начинает восприниматься не как набор разрозненных сообщений, а как относительно целостная фигура, обладающая определенной логикой поведения и понятным символическим профилем. Архетипическое моделирование особенно важно в тех случаях, когда бренд стремится закрепить за собой устойчивый эмоциональный образ, усилить дифференциацию в насыщенной конкурентной среде, перевести ценностное предложение в форму, удобную для коммуникационного воспроизводства. При этом архетипы не отменяют рационального содержания бренда, а структурируют его символическое выражение, а задают границы, в которых бренд становится более интерпретируемым и более согласованным на уровне коммуникации.

Несмотря на аналитическую продуктивность обоих подходов, их автономное применение обнаруживает определенные ограничения. Jobs to Be Done позволяет выявить клиентскую задачу, но в чистом виде не формирует символического механизма ее брендового выражения. Архетипическое моделирование, напротив, дает бренду сильную образную форму, но не всегда обеспечивает достаточную привязку к конкретной потребительской задаче. В результате возможны две противоположные ситуации:

– либо бренд точно знает, какую проблему решает, но не обладает яркой и целостной символической репрезентацией;

– либо бренд обладает выразительным образом, но этот образ слабо связан с реальной логикой пользовательского выбора.

На необходимость более комплексного подхода указывает и развитие современных маркетинговых исследований в экосистемной среде. В. Р. Трегубов и М. В. Уманская показывают, что современный маркетинг все в большей степени ориентируется на анализ сложных систем взаимодействия, в которых ценность формируется не линейно, а в результате пересечения пользовательского опыта, каналов коммуникации, сценариев потребления и контекстов выбора [13]. Следовательно, брендингу уже недостаточно опираться только на один уровень анализа – либо функциональный, либо символический.

Необходимость синтеза Jobs to Be Done и архетипического моделирования становится особенно заметной в тех сферах, где предложение должно быть чувствительным к реальным потребностям аудитории и при этом сохранять сильную идентичность. Зарубежные исследователи рассматривают Jobs to Be Done как способ сделать продукт более соответствующим запросам сообщества, более чутким к содержательной структуре пользовательской потребности [17]. В этой связи можно заключить:

– Jobs to Be Done выявляет значимую задачу и ожидаемый прогресс потребителя;

– архетипическое моделирование переводит этот запрос в устойчивый брендовый образ;

– синтез двух подходов позволяет связать потребительскую мотивацию с символической организацией бренда.

Так, теоретические основания синтеза Jobs to Be Done и архетипического моделирования обусловлены взаимной дополняемостью подходов: первый позволяет выявить, какую задачу стремится решить потребитель и в чем он видит желаемый прогресс, второй обеспечивает перевод этого прогресса в устойчивую символическую форму, способную быть воспроизведенной в позиционировании, коммуникации и брендовой идентичности.

Структура и логика методологии Jobs–Archetype Mapping

Методология Jobs–Archetype Mapping основана на синтезе значимой потребительской задачи и подбора такого архетипического образа бренда, который способен придать этой задаче эмоционально выразимую и коммуникационно устойчивую форму. В рамках данной модели бренд рассматривается не только как носитель определенного позиционирования, но и как система смыслов, через которую потребитель соотносит собственный запрос с обещанием желаемого прогресса, в связи с чем структура Jobs–Archetype Mapping включает не изолированные элементы, а взаимосвязанные уровни анализа, позволяющие перейти от клиентской потребности к образу бренда, его сообщению и стилю предъявления.

Исходным звеном данной методологии выступает потребительская задача, понимаемая как содержательное основание выбора, однако для целей брендинга недостаточно лишь зафиксировать саму задачу. Требуется определить, каким образом она переживается потребителем, какие ожидания включает, с каким эмоциональным состоянием связана и в какой форме должна быть представлена в коммуникации. В этом отношении существенное значение приобретает анализ изначальной жизненной ситуации и ценностей клиента и эмоциональных ожиданий клиента при прохождении по клиентскому пути. Т. А. Богомолова подчеркивает, что моделирование пути клиента позволяет выявлять не только последовательность точек контакта, но и структуру эмоционального восприятия взаимодействия, что особенно важно для управления опытом и более точной настройки коммуникационных решений [2]. Для Jobs–Archetype Mapping данный тезис имеет принципиальное значение, поскольку переход от задачи к архетипу невозможен без понимания того, как именно потребитель проживает собственный запрос и в каких точках взаимодействия бренд должен подтверждать свое смысловое обещание.

Следующим элементом методологии является выделение доминирующего мотива, связывающего задачу клиента с образом бренда: если задача фиксирует, что именно стремится получить потребитель, то мотив помогает определить, в какой ценностной и эмоциональной плоскости этот запрос должен быть интерпретирован. Один и тот же функциональный запрос может иметь различное мотивационное содержание. Например, стремление к новому решению может быть связано либо с потребностью в свободе и самовыражении, либо с желанием снизить неопределенность и получить контроль над ситуацией. По этой причине внутри Jobs–Archetype Mapping задача не переносится на архетип напрямую, а проходит стадию смысловой интерпретации, в рамках которой устанавливается, какой именно тип образа будет наиболее согласован с содержанием запроса. Отсюда архетип выступает не как дополнение к позиционированию, а как принцип организации брендового образа, а его функция состоит в том, чтобы сделать обнаруженный мотив культурно считываемым, эмоционально узнаваемым и пригодным для многократного воспроизводства в разных каналах коммуникации. Исследования, посвященные построению бренда личности на основе архетипов, показывают, что архетипическое основание обеспечивает большую последовательность в предъявлении ценностей, характера и коммуникативной роли бренда. Иными словами, архетип выбирается не по внешней привлекательности, а по степени его соответствия выявленному мотиву и типу ожидаемого потребительского прогресса.

Структурно логику данной методологии можно представить в виде нескольких последовательно связанных этапов (таблица 1). Описанная в таблице последовательность позволяет избежать произвольного выбора образа бренда и делает процесс позиционирования более обоснованным. Архетип оказывается связанным не с эстетическими предпочтениями команды или модой на определенный стиль коммуникации, а с логикой клиентского выбора и структурой воспринимаемой ценности.

Особую роль в Jobs–Archetype Mapping играет переход от архетипа к знаковой и визуальной репрезентации бренда. Архетип не существует в коммуникации в абстрактном виде, и получает конкретное выражение через цвет, композицию, тон сообщений, тип персонажей, характер по-

вествования и систему образных ассоциаций. М. Е. Могутина и И. С. Самойленко отмечают, что использование теории архетипов при разработке визуального образа бренда позволяет сделать фирменную репрезентацию более цельной и внутренне согласованной, поскольку визуальные элементы начинают подчиняться единой смысловой модели [8]. В контексте рассматриваемой методологии образ бренда должен не просто «соответствовать» архетипу, а подтверждать в визуальной форме то обещание, которое вытекает из потребительской задачи и мотива. Следовательно, визуальный стиль в Jobs–Archetype Mapping рассматривается как продолжение смысловой логики, а не как автономный дизайнерский слой.

Таблица 1
Этапы методологии Jobs–Archetype Mapping

Этап методологии	Содержание этапа
Определение значимой потребительской задачи	Выявление той задачи, ради решения которой потребитель обращается к продукту или бренду
Выделение мотива, лежащего в основании задачи	Установление ценностного и эмоционального основания потребительского запроса
Подбор архетипа, наиболее согласованного с данным мотивом	Определение такого архетипического образа бренда, который наиболее точно соответствует выявленному мотиву
Формулирование обещания бренда как обещания прогресса	Выражение той позитивной перемены, которую бренд делает возможной для потребителя
Перевод обещания в систему визуальных и вербальных кодов	Закрепление обещания бренда в фирменном стиле, образах, сообщениях и других элементах коммуникации

Источник: Составлено автором по данным: [3].

Кроме визуальной репрезентации важным компонентом методологии является общая композиция бренда как целостной системы. М. В. Шамин и А. А. Веселов указывают, что формирование бренда в соответствии с архетипичными моделями требует согласования различных компонентов брендовой структуры, включая ценностное содержание, образную основу и способы коммуникационного воспроизводства [14]. Архетип не может быть локализован только в рекламе или фирменном стиле, и должен проявляться в разных элементах брендовой системы:

- в формулировке основного обещания;
- в характере обращения к аудитории;
- в стиле коммуникации сотрудников компании;
- в типе сюжетов и аргументов;
- в визуальном и вербальном оформлении;
- в способах закрепления эмоционального впечатления.

Существенное значение в данной модели имеет и выбор ролевой конфигурации бренда. Архетип может задавать не только эмоциональную интонацию, но и способ интерпретации роли бренда в отношениях с аудиторией [15]. Для Jobs–Archetype Mapping это особенно важно, поскольку бренд может выступать в различных позициях: как помощник, наставник, проводник, защитник, герой преобразования или организатор порядка. Выбор такой позиции должен быть связан с тем, какого именно результата ожидает потребитель и каким образом он хочет воспринимать бренд в процессе достижения собственной цели. По этой причине методология охватывает не только подбор архетипа по типу «характера», но и определение ролевой модели взаимодействия между брендом и потребителем.

Наконец, обещание прогресса имеет центральную роль, поскольку именно в нем соединяются задача клиента, ее мотивационное содержание и архетипический способ предъявления. Обещание прогресса не сводится к описанию полезных свойств продукта, а выражает ту позитивную перемену, которую бренд делает достижимой для потребителя. Архетип придает обещанию определенную форму, делает его более вдохновляющим, надежным, поддерживающим или преобразующим (в зависимости от характера выявленного мотива).

На следующем уровне Jobs–Archetype Mapping переходит к коммуникационному оформлению этого обещания. Здесь важную роль играет фирменный аудиовизуальный стиль, поскольку он выступает средством закрепления позиционирования в устойчивых визуальных и знаковых формах. И. Л. Кириллова и Е. П. Апанасевич рассматривают фирменный стиль как инструмент позиционирования бренда, обеспечивающий его распознаваемость и смысловую фиксацию в восприятии аудитории [4]. Коды бренда должны быть не просто узнаваемыми, а внутренне согласованными с архетипом и с тем мотивом, который лежит в основе потребительского выбора. Фирменный стиль в таком случае становится не внешним оформлением, а средством смысловой стабилизации бренда.

Таким образом, структура Jobs–Archetype Mapping может быть представлена как последовательная система переходов от задачи к образу и от образа к коммуникации: потребительская задача задает содержательное основание выбора; мотив определяет ценностную и эмоциональную интерпретацию этой задачи; архетип переводит мотив в устойчивую образную форму; обещание прогресса соединяет задачу и архетип в едином бренд-сообщении; визуальные и вербальные коды закрепляют это сообщение в коммуникации. За счет такой структуры методология Jobs–Archetype Mapping позволяет упорядочить процесс построения бренда и обеспечить более тесную связь между логикой потребительского выбора и формой брендовой репрезентации.

Возможности и ограничения применения Jobs–Archetype Mapping в брендинге

Применение методологии Jobs–Archetype Mapping в брендинге позволяет соединить содержательное основание потребительского выбора с устойчивой символической формой его коммуникационного выражения. Практическая ценность данного подхода заключается в том, что он позволяет бренду не ограничиваться описанием конкурентных преимуществ, а выстраивать более целостное позиционирование, в рамках которого функциональная польза, эмоциональное обещание и образная система оказываются взаимно согласованными, за счет чего бренд получает не только более четкую модель коммуникации, но и более сильный эмоциональный резонанс с потребителем, формирующий устойчивую связь с аудиторией в условиях высокой рыночной изменчивости.

Одним из важных направлений применения Jobs–Archetype Mapping выступает позиционирование бренда в конкурентной среде, где потребительское внимание распределяется между множеством однотипных предложений. В таких условиях бренду недостаточно просто обозначить товарную категорию или заявить набор качественных характеристик. Требуется сформировать такой образ, который одновременно будет выражать значимую для аудитории практическую ценность и обеспечивать эмоциональное вовлечение. Анализ позиционирования российских брендов на модном рынке показывает, что в условиях структурных изменений конкурентной среды и трансформации потребительского выбора значение смысловой и ценностной определенности бренда возрастает [5]. В этой связи Jobs–Archetype Mapping может рассматриваться как инструмент, позволяющий закрепить за брендом не только функциональную нишу, но и интерпретационную рамку, в пределах которой предложение становится для аудитории более узнаваемым и внутренне мотивированным.

Существенные возможности рассматриваемой методологии проявляются и в сфере продвижения, где бренд сталкивается с необходимостью адаптировать свое сообщение к различным каналам коммуникации, не теряя при этом смысловой целостности, что особенно заметно в среде маркетинга влияния, где коммуникация строится на доверии, идентификации и восприятии личности или медиатора как носителя значимого смысла. Э. Ш. Биниаминов подчеркивает, что маркетинг влияния играет заметную роль в позиционировании и продвижении бренда, поскольку способствует формированию более тесной связи между образом бренда и потребительским восприятием [1]. Для Jobs–Archetype Mapping данный аспект важен потому, что архетипический образ бренда в подобных условиях может быть транслирован не только через официальные сообщения компании, но и через фигуры, представляющие бренд в публичном пространстве. Следовательно, методология получает дополнительный прикладной ресурс для закрепления позиционирования через персонализированные каналы влияния.

Если традиционное продвижение нередко строится вокруг отдельных аргументов, выгод или визуальных приемов, то исследуемая методология требует более глубокой соотнесенности между содержанием потребительского запроса и эмоциональным типом его коммуникационного предъявления. Д. О. Лощилова и Н. Н. Макарова отмечают, что использование знаний и методов психологического воздействия в рекламных сообщениях позволяет усиливать влияние коммуникации на восприятие и поведение аудитории [7]. Эффективность брендинга возрастает, когда психологическая структура сообщения согласована с ценностями и мотивами потребителя и архетипическим типом бренда (архетип в таком случае становится не просто эстетическим решением, а способом сформировать эмоциональную связь с потребителем и повысить убедительность коммуникации).

Особый потенциал Jobs–Archetype Mapping имеет в сфере рекламной коммуникации и медиа, где бренд вынужден поддерживать устойчивый образ в условиях множественности форматов и высокой скорости обновления сообщений. Т. Х. Поспелова показывает, что архетипы в рекламной коммуникации и медиа выполняют важную функцию упорядочивания смыслов и форматов бренд-менеджмента, способствуя более последовательному функционированию бренда в различных каналах [9]. Переход от задачи к архетипу и от архетипа к кодам позволяет поддер-

живать единство брендового сообщения даже при изменении его медиального носителя, и при такой логике бренд может адаптировать форму коммуникации без утраты смыслового ядра, что особенно важно в цифровой среде (сообщение постоянно транслируется через разнородные площадки).

Наконец, архетипическая модель делает возможным сопоставление не только формальных характеристик рекламных сообщений, но и тех глубинных схем, через которые бренды конструируют отношения с аудиторией. М. М. Сергиенко, анализируя архетипы бренда в российской и американской рекламе, показывает, что архетипическое основание может выступать значимым элементом различения рекламных стратегий и способов культурной адаптации бренда [10]. Отсюда следует, что методология Jobs–Archetype Mapping может быть полезна не только для разработки бренда как такового, но и для оценки его культурной релевантности, особенно при выходе на новые рынки или при необходимости адаптации коммуникации к разным сегментам аудитории.

Наряду с обозначенными возможностями применение Jobs–Archetype Mapping связано и с рядом ограничений. Наиболее существенное из них обусловлено риском чрезмерного упрощения потребительской мотивации. Несмотря на аналитическую продуктивность модели, реальная логика выбора далеко не всегда может быть сведена к одной доминирующей задаче и одному устойчивому архетипическому соответствию. Потребительские запросы могут быть многослойными, противоречивыми и зависимыми от контекста. В таких условиях прямолинейное соотнесение задачи с архетипом способно привести к схематизации бренда и к потере чувствительности к изменяющимся сценариям восприятия.

Другим ограничением выступает риск формального использования архетипов: при отсутствии глубокой связи с потребительской задачей архетип может превратиться в шаблонную ролевую маску, не обеспечивающую реального усиления бренда. В подобной ситуации компания получает узнаваемую стилистику, но не достигает большей точности позиционирования. Проблема усугубляется в тех случаях, когда архетип выбирается на основании субъективных представлений команды о «характере» бренда, а не на основании анализа потребительского запроса, в результате чего возникает разрыв между образом, который бренд транслирует, и теми основаниями выбора, которые действительно важны для аудитории.

Ограничения методологии проявляются и в стратегическом управлении брендом. В исследованиях, посвященных взаимосвязи позиционирования бренда и стратегий его расширения, указывается, что архитектура бренда должна сохранять внутреннюю согласованность даже при изменении продуктовой линейки и рыночного контекста [18]. По мере расширения бренда, выхода в новые категории или изменения состава аудитории исходное соответствие между задачей, мотивом и архетипом может ослабевать. Следовательно, применение данной методологии требует регулярной проверки того, насколько сохраняется связь между реальным потребительским запросом и той символической формой, через которую бренд продолжает себя представлять.

При этом описанные ограничения не отменяют ценность методологии, а, напротив, указывают на условия ее корректного применения: Jobs–Archetype Mapping дает наибольший эффект тогда, когда используется не как схема механического подбора образа, а как инструмент последовательного анализа, требующий проверки связи между задачей потребителя, ее мотивационным содержанием и формой брендовой репрезентации.

В целом, возможности применения Jobs–Archetype Mapping в брендинге связаны с усилением смысловой определенности бренда, повышением согласованности его коммуникации, развитием эмоционально адресного позиционирования и расширением инструментов работы с аудиторией в разных медиальных и рыночных контекстах. Ограничения данной модели обусловлены риском схематизации мотивации, формального выбора архетипа и потери связи между образом бренда и изменяющейся логикой потребительского выбора. Методологию Jobs–Archetype Mapping следует рассматривать как аналитически и практически значимый подход, применение которого требует не шаблонного воспроизведения, а внимательной адаптации к специфике категории, рынка и аудитории.

Заключение

В статье рассмотрены теоретические и методологические основания применения Jobs–Archetype Mapping в брендинге как синтетического подхода, объединяющего логику Jobs to Be Done и архетипического моделирования. Проведенный анализ показал, что в условиях усиления символической конкуренции между брендами, стандартизации продуктовых предложений и усложнения потребительского выбора традиционных моделей позиционирования оказывается недостаточно для объяснения устойчивого брендового предпочтения. Подход Jobs to Be Done позволяет выявить значимую потребительскую задачу и ожидаемый прогресс, однако сам по себе не задает механизма символического выражения данного запроса в системе бренд-коммуникации. В свою очередь, архетипическое моделирование обеспечивает бренду эмоциональную выразительность, ролевую целостность и быструю считываемость, но при автономном использовании не всегда обладает достаточной связью с конкретной потребительской задачей.

Особое внимание в исследовании уделено структуре методологии Jobs–Archetype Mapping. Выявлено, что ее внутренняя логика строится как последовательный переход от значимой потребительской задачи к доминирующему мотиву, далее к архетипу, обещанию прогресса и системе визуальных и вербальных кодов. Показано, что такая последовательность позволяет согласовать содержательное основание потребительского выбора с устойчивой формой брендовой репрезентации. В рамках данной методологии архетип выступает не как внешнее стилистическое дополнение к позиционированию, а как средство организации брендового образа, обеспечивающее перевод мотивационного содержания клиентского запроса в целостную коммуникационную форму. Установлено, что эффективность рассматриваемого подхода возрастает при условии согласованности между потребительской задачей, ролевой моделью бренда, обещанием прогресса и кодами его предъявления в различных каналах коммуникации.

Литература

1. Биниаминов Э. Ш. Роль маркетинга влияния в позиционировании и продвижении бренда // Финансовый менеджмент. 2025. № 5. С. 34–42.
2. Богомолова Т. А. Моделирование пути клиента (Customer Journey Map) как основа для анализа и управления эмоциональным опытом // Modern Economy Success. 2026. № 1. С. 28–35.
3. Камышкова-Ковальчук Ю. В. Построение бренда личности на основе архетипов // Реклама, PR и медиа: современное состояние и перспективы развития : сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 2025. С. 143–149.
4. Кириллова И. Л., Апанасевич Е. П. Фирменный стиль как позиционирование бренда // Материалы и технологии. 2025. № 1 (15). С. 50–60.
5. Куцевал Т. А. Позиционирование российских брендов на модном рынке на фоне ухода зарубежных марок // Вестник науки. 2025. Т. 3. № 1 (82). С. 96–100.
6. Куцанкин С. М. Использование подхода Jobs to Be Done в стратегическом маркетинге // Конкурентоспособность территорий : материалы XXVIII Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов : в 3 ч. Екатеринбург, 2025. С. 43–45.
7. Лощилова Д. О., Макарова Н. Н. Использование знаний и методов психологического воздействия в рекламных сообщениях // Молодой ученый. 2025. № 28 (579). С. 99–101.
8. Могутина М. Е., Самойленко И. С. Использование теории архетипов при разработке визуального образа бренда // Реклама, PR и дизайн в бренд-коммуникациях : сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции. Москва, 2024. С. 221–232.
9. Поспелова Т. Х. Архетипы в рекламной коммуникации и медиа: практика использования и форматы функционирования в бренд-менеджменте // Известия Уральского федерального университета. Серия 1: Проблемы образования, науки и культуры. 2025. Т. 31. № 2. С. 42–49.
10. Сергиенко М. М. Сравнительный анализ архетипов бренда в российской и американской рекламе // Асклепий: социология, биология, медицина. 2025. № 6 (7). С. 14–20.
11. Соловьева Ю. Н., Львова В. О. Использование подхода Jobs to Be Done для позиционирования на формирующемся рынке // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2024. Т. 4. № 1. С. 91–103.
12. Стрижакова Е. Н., Стрижаков Д. В. Использование архетипов в маркетинге: ключевые принципы построения и развития бренда // Маркетинг в России и за рубежом. 2025. № 4. С. 40–49.
13. Трегубов В. Р., Уманская М. В. Современные подходы к маркетинговым исследованиям в экосистемах // Beneficium. 2025. № 2 (55). С. 55–68.

14. Шамин М. В., Веселов А. А. Формирование бренда в соответствии с архетипичными моделями // Экономика и современный менеджмент: теория, методология, практика : сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. Пенза, 2024. С. 33–36.

15. Сюй Г. Бренд как герой: архетипы в управлении брендом международных компаний // Скиф. Вопросы студенческой науки. 2024. № 12 (100). С. 65–70.

16. Brennan M. R. Jobs to Be Done // Device. 2024. Vol. 2. No. 10. P. 100601.

17. Lewis S. C., Hermida A., Lorenzo S. Jobs-to-Be-Done and Journalism Innovation: Making News More Responsive to Community Needs // Media and Communication. 2024. Vol. 12.

18. Zhou Sh. Strategic Operation and Management: Synergy Between Brand Positioning and Brand Extension Strategies // Economics: Yesterday, Today and Tomorrow. 2025. Vol. 15. No. 6-1. P. 587–596.

Jobs–Archetype Mapping methodology in branding: a synthesis of Jobs to Be Done and archetypal modeling

Kovalev E.V.
Rostov State Transport University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the theoretical and methodological foundations of Jobs–Archetype Mapping in branding as a synthetic approach combining the logic of Jobs to Be Done and archetypal modeling. Special attention is paid to the limitations of using each of the two approaches separately. It is established that Jobs to Be Done makes it possible to identify the substantive basis of consumer choice and the expected consumer progress, yet it does not provide a mechanism for symbolic representation of this progress within the brand. Archetypal modeling, in turn, gives the brand emotional expressiveness, role consistency, and cultural readability, but when applied independently it does not always maintain a sufficient connection with a specific consumer task. The internal structure of the Jobs–Archetype Mapping methodology has been analyzed, involving a sequential transition from the consumer's task to the motive, then to the archetype, the formulation of a progress promise, and a system of visual and verbal codes. It is demonstrated that this sequence makes it possible to connect the motivational content of the consumer request with a stable model of brand image and to increase the consistency of positioning, communication, and corporate style.

Keywords: branding, brand positioning, Jobs to Be Done, archetypal modeling, Jobs–Archetype Mapping, consumer motivation, brand archetypes, promise of progress, corporate style, brand communication.

References

1. Biniaminov E. Sh. The Role of Influencer Marketing in Brand Positioning and Promotion // Financial Management. 2025. No. 5. pp. 34–42.
2. Bogomolova T. A. Customer Journey Mapping as a Basis for Analyzing and Managing Emotional Experience // Modern Economy Success. 2026. No. 1. pp. 28–35.
3. Kamyshkova-Kovalchuk Yu. V. Building a Personal Brand Based on Archetypes // Advertising, PR, and Media: Current State and Development Prospects: Collection of Articles from the VIII International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 2025. pp. 143–149.
4. Kirillova I. L., Apanasevich E. P. Corporate Style as Brand Positioning // Materials and Technologies. 2025. No. 1 (15). P. 50–60.
5. Kutseval T. A. Positioning of Russian Brands in the Fashion Market Against the Background of the Departure of Foreign Brands // Science Herald. 2025. Vol. 3. No. 1 (82). P. 96–100.
6. Kutsankin S. M. Using the Jobs to Be Done Approach in Strategic Marketing // Competitiveness of Territories: Proceedings of the XXVIII All-Russian Economic Forum of Young Scientists and Students: in 3 parts. Yekaterinburg, 2025. P. 43–45.
7. Loshilova D. O., Makarova N. N. Using Knowledge and Methods of Psychological Influence in Advertising Messages // Young Scientist. 2025. No. 28 (579). P. 99–101.
8. Mogutina M. E., Samoylenko I. S. Using the Theory of Archetypes in Developing a Visual Brand Image // Advertising, PR and Design in Brand Communications: Collection of Scientific Papers of the III International Scientific and Practical Conference. Moscow, 2024. Pp. 221–232.
9. Pospelova T. Kh. Archetypes in Advertising Communications and Media: Practice of Use and Functioning Formats in Brand Management // Bulletin of the Ural Federal University. Series 1: Problems of Education, Science and Culture. 2025. Vol. 31. No. 2. Pp. 42–49.
10. Sergienko M. M. Comparative Analysis of Brand Archetypes in Russian and American Advertising // Asclepius: Sociology, Biology, Medicine. 2025. No. 6 (7). Pp. 14–20.
11. Solovieva Yu. N., Lvova V. O. Using the Jobs to Be Done Approach for Positioning in an Emerging Market // Corporate Governance and Innovative Development of the Northern Economy: Bulletin of the Research Center for Corporate Law, Management and Venture Investment, Syktyvkar State University. 2024. Vol. 4. No. 1. Pp. 91–103.
12. Strizhakova E. N., Strizhakov D. V. Using Archetypes in Marketing: Key Principles of Brand Construction and Development // Marketing in Russia and Abroad. 2025. No. 4. Pp. 40–49.
13. Tregubov V. R., Umanskaya M. V. Modern Approaches to Marketing Research in Ecosystems // Beneficium. 2025. No. 2 (55). P. 55–68.
14. Shamin, M. V., Veselov, A. A. "Brand Formation Based on Archetypal Models." Economics and Modern Management: Theory, Methodology, Practice: A Collection of Articles from the XIX International Scientific and Practical Conference. Penza, 2024. Pp. 33–36.
15. Xu, G. "Brand as a Hero: Archetypes in Brand Management of International Companies." Skif. Student Science Issues. 2024. No. 12 (100). Pp. 65–70.
16. Brennan, M. R. "Jobs to Be Done." Device. 2024. Vol. 2. No. 10. P. 100601.
17. Lewis S. C., Hermida A., Lorenzo S. Jobs-to-Be-Done and Journalism Innovation: Making News More Responsive to Community Needs // Media and Communication. 2024. Vol. 12.
18. Zhou Sh. Operation and Management: Synergy Between Brand Positioning and Brand Extension Strategies // Economics: Strategic Yesterday, Today and Tomorrow. 2025. Vol. 15.No. 6-1. P. 587–596.

Теоретические основы коучинг-менеджмента в организациях гражданской авиации

Кологоров Владимир Дмитриевич
аспирант, кафедра организационного менеджмента, Московский Финансово-промышленый университет «Синергия», vkologor@yandex.ru,

Дмитриев Антон Геннадиевич
к.экон.н., доцент, Заведующий кафедрой Организационного менеджмента, Московский Финансово-промышленный университет «Синергия», agdmitriev@gmail.com

В статье рассмотрены теоретические основы коучинг-менеджмента как управленческого подхода и возможности его применения в организациях гражданской авиации. Актуальность темы обусловлена растущим интересом к управленческим подходам, ориентированным на развитие персонала, и отсутствием исследований коучинг-менеджмента в контексте регулируемых отраслей. Проанализировано соотношение понятий коучинга, коуч-менеджмента, коучинг-менеджмента и менеджмента, установлены содержательные различия между ними. Особое внимание уделяется исследованию особенностей отрасли, которые могут служить как ограничениями, так и фундаментом для внедрения этого подхода. На основе анализа предложено авторское определение коучинг-менеджмента в организациях гражданской авиации.
Ключевые слова: коучинг-менеджмент, гражданская авиация, коучинг, менеджмент, развитие персонала, безопасность полетов, развитие компетенций.

Введение

Современные подходы к управлению персоналом всё более ориентированы на развитие потенциала сотрудников, их вовлечённость и способность принимать самостоятельные решения. В этой связи растёт интерес к коучинг-менеджменту – управленческому подходу, при котором принципы коучинга встраиваются в систему управления организацией. Понятийный аппарат коучинг-менеджмента активно формируется в российской научной литературе, однако существующие исследования в основном направлены на организации без выраженной отраслевой специфики.

Гражданская авиация представляет собой отрасль с определенными условиями управления. Деятельность авиакомпаний регламентирована многоуровневой нормативной системой, а многие управленческие решения обусловлены требованиями безопасности. Это существенно ограничивает возможность прямого переноса управленческих практик, разработанных для нерегулируемых отраслей, и требует их адаптации к условиям гражданской авиации.

Данной тематике посвящены работы различных авторов, но тема еще мало изучена. Среди свежих публикаций следует отметить работы Дмитриева А.Г., Мелехина Ю.В., Белова А.Е, Азизовой Л.М. Вместе с тем в существующей литературе отсутствует понятийный аппарат коучинг-менеджмента, учитывающий специфику регулируемых отраслей. Целью данной статьи является формирование теоретических основ коучинг-менеджмента в организациях гражданской авиации и выявление ключевых особенностей в данной сфере, которые могут влиять на внедрение данного управленческого подхода в структуру авиакомпаний.

Основная часть

Теоретические истоки коучинга как практики профессионального развития восходят к работам Тимоти Голви, сформулировавшего принцип «внутренней игры»: результативность человека определяется не только его потенциалом, но и степенью внутреннего сопротивления – страхов, сомнений и ограничивающих установок. Коучинг – это раскрытие потенциала человека с целью максимального повышения его эффективности. Коучинг не учит, а помогает учиться (1). Идеи Голви были развиты Джоном Уитмором, который разработал модель GROW (Goal – Reality – Options – Will), ставшую стандартом коучинговой практики.

В российской научной литературе коучинг рассматривается прежде всего как управленческая технология, направленная на решение практических задач организации. Внедрение коучинга в менеджменте актуально, поскольку данная технология одновременно решает задачи мотивации, развития и обучения персонала. Вместе с тем, как отмечает Рожкова А.В., популярность и активное развитие коучинга рассматривается как результат перехода от концепции управления человеческими ресурсами к концепции управления человеком, что свидетельствует об изменениях самого подхода к роли сотрудника в организации (2).

В классическом понимании коучинг направлен на конкретного человека, развитие его потенциала, осознанности и профессиональный рост. Как отмечают Белов А.Е. и Дмитриев А.Г., коучинг предполагает отношение к сотрудникам как к партнёрам в достижении как личных, так и организационных целей, а деятельность по развитию включает процесс коучинга, в ходе которого людей поощряют брать на себя ответственность за свои действия и достигать более высокого уровня производительности (3). Тем не менее организационный результат здесь является следствием индивидуального развития, а не его целью.

Перенос коучинговых принципов в управленческую практику привел к появлению коуч-менеджмента, который отличается от индивидуального коучинга тем, кто его применяет, в каких условиях и с какой целью. Татосян Е.А. в своём исследовании применения коучинга как модели развития руководителей фиксирует ключевую функцию такого подхода – применение коучинга освобождает время менеджера для исполнения функций более высокого порядка, поскольку сотрудники добровольно принимают ответственность за результат деятельности, а также увеличивается количество конструктивных идей (4).

Необходимо разграничить два созвучных, но разных понятия: коуч-менеджмент и коучинг-менеджмент. Коуч-менеджмент – это стиль управления, при котором руководитель использует коучинговые практики в работе с подчинёнными, помогает им самостоятельно находить решения, развивает осознанность и поддерживает принятие ответственности за результат. Речь идёт о поведении конкретного руководителя.

Коучинг-менеджмент – более широкое понятие, описывающее управленческий подход на уровне организации, при котором коучинговые принципы встроены в систему управления, а именно в процессы принятия решений, механизмы обратной связи, развитие персонала и взаимодействие между подразделениями. Коуч-менеджмент в этом случае выступает составной частью коучинг-менеджмента как способ реализации организационного подхода на уровне отдельного руководителя.

Классический менеджмент исторически строился на принципах планирования, контроля и директивного управления. Гоулман Д. в своей классификации шести стилей лидерства выделяет коучинговый стиль как единственный, ориентированный на долгосрочное развитие сотрудников, а не на краткосрочное решение задач (5). При этом он отмечает, что коучинговый стиль управления максимально эффективен, когда сотрудники знают свои слабые стороны и хотят повысить свою работоспособность, а также понимают как развитие компетенций поможет им развиться. Ибарра и Скулар отмечают, что роль современного руководителя постепенно меняется, он всё реже выступает как носитель экспертного знания и всё чаще – как создатель условий для развития своих сотрудников (6).

Анализ существующих подходов позволяет зафиксировать следующие понятия. Коучинг в широком смысле – это философия и метод, ориентированные на раскрытие потенциала через снятие внутренних помех, в своей классической форме он индивидуально направлен и личностно ориентирован. Менеджмент в его директивном понимании, напротив, исторически строился на принципах контроля и исполнения. Коучинг-менеджмент занимает самостоятельное место между этими двумя полюсами, соединив сильные стороны обоих подходов. Это интегративный подход, направленный на развитие потенциала сотрудников, улучшение их мотивации и вовлечённости, а также на повышение общей эффективности организации, сочетающий методы коучинга с традиционными управленческими практиками (7). Вместе с тем данное определение сформулировано применительно к организациям в целом и не учитывает специфику регулируемых отраслей, в частности гражданской авиации, в которой управленческие подходы реализуются в условиях жёсткой нормативных документов, выстроенных процедур и особых требований к безопасности полетов.

Гражданская авиация функционирует в условиях многоуровневой нормативной системы, включающей международные стандарты ИКАО, федеральные авиационные правила и руководства по производству полётов. Значительная часть внутренних процессов определена этими документами. Это означает, что любой управленческий подход, применяемый в отрасли, должен учитывать эти ограничения.

Вместе с тем было бы ошибочным рассматривать имеющиеся особенности исключительно как препятствия для коучинг-менеджмента. Система управления безопасностью полётов, закреплённая в Annex 19 ИКАО, содержит механизмы, близкие по философии коучинговой культуре: системы добровольных сообщений об инцидентах, принципы справедливой культуры (Just Culture) и некарательной среды, ориентация на обучение специалистов через анализ ошибок (8). Эти инструменты формируют среду, в которой сотрудники могут открыто сообщать об ошибках и участвовать в их анализе без страха наказания, что является необходимым условием для реализации коучинг-менеджмента.

Существенное значение для понимания специфики коучинг-менеджмента в ГА имеет также концепция управления ресурсами экипажа – Crew Resource Management (CRM). Исследования показали, что CRM со временем вышел за пределы кабины экипажа и распространился на все уровни авиационной организации (9). Концепция Company Resource Management – расширение CRM до уровня всей авиакомпании – по своей сути описывает подход, при котором голос каждого сотрудника учитывается при принятии решений, что совпадает с принципами коучинг-менеджмента.

Наконец, необходимо учитывать, что авиакомпания как организация существенно шире лётного состава. В её структуру входят административные подразделения, службы организации перевозок, технический персонал, отделы кадров, IT-службы и другие наземные структуры, деятельность которых не регламентирована операционными процедурами в той же мере, что и лётная деятельность. Это означает, что коучинг-менеджмент может быть применим в авиакомпании дифференцированно, в зависимости от характера деятельности конкретного подразделения.

На основе проведённого анализа предлагается следующее авторское определение: **Коучинг-менеджмент в организациях гражданской авиации** – это управленческий подход на уровне организации, ориентированный на целенаправленное развитие профессиональных компетенций персонала как основного инструмента повышения эффективности, предполагающий горизонтальный характер управленческого взаимодействия, активное использование механизмов обратной связи и вовлечённость сотрудников в выработку управленческих решений. В условиях организаций гражданской авиации данный подход реализуется с учётом характера деятельности каждого подразделения и в границах, установленных требованиями регуляторных процедур и культуры безопасности полётов.

Данное определение развивает подход Дмитриева А.Г., адаптируя понятие коучинг-менеджмента к условиям гражданской авиации. В отличие от существующих трактовок, оно учитывает нормативные ограничения отрасли, специфику организационной структуры авиакомпании и требования культуры безопасности полётов.

На основе проведённого теоретического анализа и сформулированного авторского определения можно выделить следующие особенности коучинг-менеджмента применительно к организациям гражданской авиации.

Управленческий диалог в коучинг-менеджменте строится на основе партнёрства, руководитель помогает сотруднику расти самостоятельно, создавая условия для самостоятельного принятия решений и управление последствиями этих решений (12). Формирование коучинговой культуры предполагает переход от культуры оценки к культуре развития, от вертикального взаимодействия к горизонтальным формам кооперации (10).

Обратная связь в коучинг-менеджменте является системным элементом управления. Сотрудник выступает активным участником управленческого процесса, его мнение учитывается при выработке решений. Готовность сотрудников брать на себя ответственность (4) и генерировать конструктивные идеи является одним из ключевых эффектов коучингового стиля руководства.

Развитие компетенций сотрудников в коучинг-менеджменте является инструментом достижения организационных целей. На организационном уровне коучинговые практики обеспечивают рост производительности труда, формирование управленческого резерва и повышение адаптивности персонала к изменениям (3).

Коучинг-менеджмент способен применяться в авиакомпании с различной степенью в зависимости от характера деятельности подразделения. В административных и наземных службах все вышеназванные характеристики реализуются в полном объёме. В профессиональной деятельности лётного состава коучинговые практики применяются прежде всего в наземной подготовке, тренажёрном обучении и разборе полётов. Авиакомпании уже вводят EBT (evidence based training) в тренажерной подготовке, которая направлена на развитие компетенций пилотов в условиях, приближенных к реальному полету (11). Многоуровневый характер коучинг-менеджмента предполагает адаптацию подхода к специфике каждого уровня организационной системы (12).

Коучинг-менеджмент и культура безопасности полётов опираются на общие ценности: поддержка инициатив и обратной связи, открытость к признанию ошибок и непрерывное обучение на основе опыта (8). Это означает, что внедрение коучинг-менеджмента в авиационной организации не требует формирования новой ценностной среды, а опирается на принципы, которые в отрасли уже действуют.

Эволюция Crew Resource Management до уровня Company Resource Management показывает, что авиационная отрасль самостоятельно двигается к управленческой логике, близкой коучинг-менеджменту, исповедуя принципы, описанные выше. В этом смысле CRM можно рассматривать как прообраз коучинговой культуры в авиации.

Заключение

В статье сформированы теоретические основы коучинг-менеджмента применительно к организациям гражданской авиации. Проведён анализ взаимосвязи понятий коучинга, менеджмента, коуч-менеджмента и коучинг-менеджмента, определены содержательные различия между ними.

Предложено авторское определение коучинг-менеджмента в гражданской авиации, которое адаптирует данное понятие к условиям регулируемой отрасли, учитывает различия в характере деятельности подразделений авиакомпании и обозначает границы, связанные с требованиями безопасности полётов.

Анализ показал, что регуляторная среда гражданской авиации создаёт основу для коучинг-менеджмента. Принципы, заложенные в системе управления безопасностью полётов и в концепции управления ресурсами экипажа, уже содержат ценности, на которых базируется коучинг-менеджмент. Таким образом, его внедрение в авиационных организациях является естественным продолжением существующих управленческих практик.

Литература

1. Дж. Уитмор. Коучинг высокой эффективности. /Пер. с англ. - М.: Международная академия корпоративного управления и бизнеса, 2005. - С. 168.
2. Рожкова А.В. Коучинг как новая технология профессионального развития и его интеграция в профессиональную действительность // Лидерство и менеджмент. — 2018. — Т. 5. — № 1. — С. 29–36. DOI: 10.18334.
3. Дмитриев, А. Г. Модели, техники и инструменты организационного коучинга / А. Г. Дмитриев, А. Е. Белов // Фундаментальная и прикладная наука: состояние и тенденции развития : сборник статей XLVII Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 30 января 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2025. – С. 127-133. – EDN BLNXTT.
4. Татосян, Екатерина. (2017). Применение коучинга как новой модели развития руководителей органов государственной власти. Leadership and Management. 4. 85. 10.18334/lim.4.2.38064.
5. Goleman D. Leadership that gets results //Leadership perspectives. – Routledge, 2017. – С. 85-96.
6. Ibarra H., Scoular A. The leader as coach //Harvard business review. – 2019. – Т. 97. – №. 6. – С. 110-119.
7. Дмитриев, А. Г. Коучингменеджмент как управленческая категория / А. Г. Дмитриев // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 7-1. – С. 571-579. – EDN USQBGM.
8. ИКАО. Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation: Safety Management. — 2nd ed. — Монреаль: ИКАО, 2016. – 46с.
9. Helmreich R. L., Merritt A. C., Wilhelm J. A. The evolution of crew resource management training in commercial aviation //Human error in aviation. – Routledge, 2017. – С. 275-288.
10. Дмитриев, А. Г. Институализация коучинга: коучинговая культура в контексте управления организацией / А. Г. Дмитриев, Ю. В. Мелехин // Проблемы теории и практики управления. – 2025. – № 5. – С. 47-61. – EDN VEMPAA.
11. Park S. Y. et al. A study on the integration of evidence-based training (EBT) and digital technologies to enhance aviation safety //Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics. – 2025. – Т. 33. – №. 1. – С. 71-81.
12. Дмитриев, А. Г. Коучинг - менеджмент как инструмент управления развитием инновационных конгломератов / А. Г. Дмитриев // Проблемы теории и практики управления. – 2025. – № 12. – С. 158-178. – EDN XUEWTO.

Coaching management in civil aviation organizations

Kologorov V.D., Dmitriev A.G.
Synergy Moscow University for Finance and Industry

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the theoretical foundations of coaching management as a managerial approach and the possibilities of its application in civil aviation organizations. The relevance of the topic is driven by the growing interest in management approaches focused on personnel development and the lack of research on coaching management in the context of regulated industries. The relationships between the concepts of coaching, coach-management, coaching management, and management are analyzed, and the substantive differences between them are identified. Particular attention is given to the industry-specific characteristics that may serve both as constraints and as a foundation for implementing this approach. Based on the analysis, an original definition of coaching management in civil aviation organizations is proposed.

Keywords: coaching management, civil aviation, coaching, management, personnel development, flight safety, competency development.

References

1. J. Whitmore. High Performance Coaching. / Translated from English. - Moscow: International Academy of Corporate Governance and Business, 2005. - P. 168.
2. Rozhkova, A.V. Coaching as a New Technology of Professional Development and its Integration into Professional Reality // Leadership and Management. - 2018. - Vol. 5. - No. 1. - Pp. 29–36. DOI: 10.18334.
3. Dmitriev, A. G. Models, Techniques, and Tools of Organizational Coaching / A. G. Dmitriev, A. E. Belov // Fundamental and Applied Science: Status and Development Trends: Collection of Articles from the XLVII International Scientific and Practical Conference, Petrozavodsk, January 30, 2025. – Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership "New Science" (IP Ivanovskaya I.I.), 2025. – Pp. 127-133. – EDN BLNXTT.
4. Tatosyan, Ekaterina. (2017). The Application of Coaching as a New Model for the Development of Government Executives. Leadership and Management. 4. 85. 10.18334/lim.4.2.38064.
5. Goleman D. Leadership that Gets Results // Leadership Perspectives. – Routledge, 2017. – Pp. 85-96.
6. Ibarra H., Scoular A. The Leader as Coach // Harvard Business Review. – 2019. – Vol. 97. – No. 6. – Pp. 110-119.
7. Dmitriev, A. G. Coaching management as a management category / A. G. Dmitriev // Economy: yesterday, today, tomorrow. - 2024. - Vol. 14, No. 7-1. - Pp. 571-579. - EDN USQBGM.
8. ICAO. Annex 19 to the Convention on International Civil Aviation: Safety Management. - 2nd ed. - Montreal: ICAO, 2016. - 46 p.
9. Helmreich R. L., Merritt A. C., Wilhelm J. A. The evolution of crew resource management training in commercial aviation // Human error in aviation. - Routledge, 2017. - Pp. 275-288.
10. Dmitriev, A. G. Institutionalization of coaching: coaching culture in the context of organizational management / A. G. Dmitriev, Yu. V. Melekhin // Problems of Management Theory and Practice. - 2025. - No. 5. - Pp. 47-61. - EDN VEMPAA.
11. Park S. Y. et al. A study on the integration of evidence-based training (EBT) and digital technologies to enhance aviation safety // Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics. - 2025. - Vol. 33. - No. 1. - Pp. 71-81.
12. Dmitriev, A. G. Coaching management as a tool for managing the development of innovative conglomerates / A. G. Dmitriev // Problems of Management Theory and Practice. - 2025. - No. 12. - Pp. 158-178. – EDN XUEWTO.

Различные методики управления организацией в условиях цифровой трансформации

Копышев Артём Александрович
аспирант, Московский университет «Синергия» (Университет «Синергия»), artem-a-k@yandex.ru

В статье рассматриваются изменения экономической сущности и содержания деятельности организации в условиях цифровой трансформации. Исходной предпосылкой исследования выступает положение о том, что цифровая трансформация затрагивает не только технологическую базу организации, но и порядок принятия управленческих решений, структуру бизнес-процессов, формы взаимодействия с внешней средой и подходы к оценке результатов деятельности. Цель статьи состоит в раскрытии того, каким образом данные, цифровая инфраструктура и аналитические инструменты изменяют содержание деятельности современной организации и влияют на ее экономические характеристики.

В работе показано, что в цифровой среде организация должна рассматриваться не только как хозяйствующий субъект, но и как система, в которой данные становятся значимым ресурсом управления. Уточняется различие между цифровизацией и цифровой трансформацией: если цифровизация связана преимущественно с переводом отдельных операций в электронную форму и автоматизацией процедур, то цифровая трансформация означает более глубокое изменение логики управления и бизнес-процессов. Обосновано, что в современных условиях изменяются источники конкурентных преимуществ, состав ресурсов организации и критерии оценки эффективности ее деятельности. Особое внимание уделяется возрастанию роли текущих данных, аналитики и интегрированных информационных контуров в реализации функций планирования, организации, мотивации и контроля.

Сделан вывод о том, что экономическое содержание деятельности организации в условиях цифровой трансформации связано не только с достижением традиционных хозяйственных результатов, но и со способностью использовать данные, цифровые ресурсы и аналитические механизмы для повышения качества управления, согласованности процессов и адаптации к изменениям внешней среды.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация, организация, управление организацией, большие данные, данные, цифровая инфраструктура, бизнес-процессы, экономическая эффективность, аналитика.

Основной текст

Современное развитие экономики связано с глубокими изменениями способов ведения хозяйственной деятельности, механизмов управления и принципов организации взаимодействия между участниками рынка. Одной из наиболее значимых характеристик текущего этапа становится цифровая трансформация, которая затрагивает не только технологическую основу деятельности организаций, но и саму экономическую природу их функционирования. Если ранее устойчивость и результативность организации определялись прежде всего объемом материальных ресурсов, производственными мощностями, численностью персонала и доступом к финансовому капиталу, то в новых условиях все более важную роль приобретают данные, цифровая инфраструктура, скорость обработки информации, качество управленческой аналитики и способность организации адаптироваться к динамично меняющейся внешней среде.[1]

Цифровая трансформация представляет собой не разовую модернизацию отдельных операций и не локальное внедрение информационных технологий, а системное преобразование логики хозяйственной деятельности. Это означает, что изменения затрагивают одновременно процессы создания ценности, способы управления ресурсами, структуру внутренних и внешних коммуникаций, методы контроля, механизмы взаимодействия с потребителями и партнерами, а также критерии оценки эффективности. Организация, функционирующая в условиях цифровой трансформации, уже не может рассматриваться только как производственная, торговая или сервисная единица в традиционном понимании. Она становится сложной социально-экономической системой, в которой данные и цифровые инструменты выступают не вспомогательным компонентом, а одним из базовых факторов создания и присвоения экономического результата.

Экономическая сущность организации традиционно раскрывается через категорию хозяйствующего субъекта, который объединяет ресурсы для производства товаров, выполнения работ или оказания услуг с целью удовлетворения общественных потребностей и получения определенного результата. Такой результат может иметь стоимостное выражение в виде прибыли, выручки, добавленной стоимости, роста капитализации, укрепления рыночных позиций или иных форм экономического эффекта. Вместе с тем в условиях цифровой трансформации данное определение требует уточнения. Организация не просто комбинирует труд, капитал, материальные и финансовые ресурсы, а использует их в тесной связи с цифровыми платформами, информационными потоками, алгоритмами анализа и системами поддержки принятия решений. Иначе говоря, в современной экономике организация начинает выступать не только как субъект производства и обмена, но и как субъект управления данными.[2]

Такой подход особенно важен для понимания современного содержания деятельности организаций. В традиционном понимании управление организацией связывается прежде всего с реализацией функций планирования, организации, мотивации и контроля. На практике эти функции долгое время опирались главным образом на отчетные данные и их последующий анализ. В условиях цифровой трансформации информационная база управления меняется. Руководитель получает доступ к значительно большему объему текущих данных, а сами управленческие процедуры все чаще строятся на их регулярной обработке и сопоставлении. Это влияет на порядок принятия решений, на способы контроля и на оценку результатов деятельности. По этой причине деятельность организации сегодня следует рассматривать не только через традиционные хозяйственные цели, но и через ее способность использовать данные и цифровые ресурсы в управленческом процессе.[3]

Понятия «цифровизация» и «цифровая трансформация» близки по смыслу, однако их не следует полностью отождествлять. Цифровизация в более узком смысле обычно отражает перевод информации и отдельных процедур в электронную форму, автоматизацию документооборота, внедрение программных решений для ускорения типовых операций и сокращения ручного труда. Цифровая трансформация носит более глубокий характер. Она предполагает преобразование всей системы управления, пересмотр принципов построения бизнес-процессов, изменение механизмов взаимодействия с рынком, а также появление новых моделей извлечения дохода. Поэтому применительно к деятельности организации цифровую трансформацию следует рассматривать как качественное

изменение ее экономической архитектуры, а не как техническое обновление отдельных функций.[4]

В рамках данного подхода особую значимость приобретает вопрос о содержании деятельности организации. В общем виде содержание деятельности можно определить как совокупность взаимосвязанных процессов, обеспечивающих использование ресурсов, создание продукта, реализацию управленческих функций и достижение экономического результата. В условиях цифровой трансформации данное содержание существенно усложняется. Во-первых, расширяется состав ресурсов, поскольку к традиционным видам ресурсов добавляются цифровые активы, информационные массивы, базы данных, программные средства, облачная инфраструктура, цифровые каналы продаж и коммуникаций. Во-вторых, изменяется характер управленческих процессов, так как значительная их часть автоматизируется, интегрируется в единые цифровые контуры и начинает опираться на аналитику. В-третьих, возрастает значение скорости реакции организации на изменения внешней среды, что требует перехода от преимущественно реактивного управления к модели проактивного управления на основе данных.

Организация в условиях цифровой трансформации представляет собой открытую систему. Ее экономическое поведение определяется не только внутренними ресурсами и управленческими решениями, но и тем, как она включена в цифровую экосистему взаимодействия с потребителями, поставщиками, посредниками, государственными структурами, финансовыми организациями и цифровыми платформами. В классической модели организация могла сравнительно автономно строить внутренние процессы и формировать рынок сбыта на основе устойчивых каналов взаимодействия. В современных условиях она все чаще зависит от платформенных механизмов, цифровых сервисов, алгоритмов ранжирования товаров, внешних информационных потоков и сетевых эффектов. Это особенно отчетливо проявляется в сферах электронной торговли, дистанционного обслуживания, цифрового маркетинга, логистики и платформенной занятости.[5]

Экономическая сущность деятельности организаций в цифровой среде проявляется через изменение источников конкурентных преимуществ. Если ранее таковыми выступали масштабы производства, контроль над каналами дистрибуции, доступ к капиталу, территориальное размещение и производственная эффективность, то сегодня важнейшими факторами становятся качество клиентского опыта, управляемость данными, точность аналитики, скорость принятия решений, технологическая гибкость и способность к интеграции в цифровые каналы сбыта. Иными словами, конкурентоспособность все больше зависит от способности организации не просто производить и продавать, а быстро анализировать ситуацию, выявлять закономерности спроса, адаптировать ассортимент, персонализировать предложения и оптимизировать расходы на основе информационных моделей.

В этих условиях существенно меняется и представление о ресурсной базе организации. Традиционный ресурсный подход выделял материальные, трудовые, финансовые, информационные и нематериальные ресурсы. Однако цифровая трансформация делает необходимым более детализированное рассмотрение цифровых ресурсов как самостоятельной категории. К ним относятся данные о потребителях, истории транзакций, цифровые следы поведения пользователей, платформенные рейтинги, аналитические панели, программные решения, интеграционные интерфейсы, электронные каналы взаимодействия с контрагентами, интеллектуальные системы рекомендаций и иные элементы цифровой среды. Значимость этих ресурсов заключается в том, что они позволяют организации действовать не вслепую, а на основе постоянного мониторинга и интерпретации ситуации. Тем самым данные становятся производительным ресурсом, а не только средством документирования фактов.[6]

Особого внимания требует вопрос о данных как факторе производства и управления. В традиционной экономике данные выполняли в основном учетную и отчетную функции. Они использовались для фиксации результатов, составления отчетности, контроля исполнения планов и анализа прошедших периодов. В цифровой экономике данные превращаются в стратегический актив. На основе данных формируется представление о клиентском поведении, о сезонных колебаниях спроса, об эффективности рекламных инструментов, о рентабельности отдельных товарных позиций, о рисках неисполнения обязательств, о сбоях в логистике и о перспективах развития рынка. Организация, обладающая развитой системой работы с данными, получает возможность заранее видеть изменения, быстрее принимать решения и повышать точность управленческого воздействия. Следовательно, экономическое содержание деятельности организации сегодня неразрывно связано с ее способностью собирать, структурировать, интерпретировать и использовать данные.

При этом нельзя сводить цифровую трансформацию только к внедрению технологий. Ее сущность глубже, поскольку она затрагивает и институциональную, и организационную, и культурную стороны функционирования организации. Внедрение цифровых решений требует изменения распределения полномочий, пересмотра функционала подразделений, развития новых компетенций у персонала, усиления роли аналитических подразделений и появления новых форм ответственности. Например, если организация переходит к управлению на основе данных, то возрастает значение не только IT-службы, но и тех сотрудников, которые способны интерпретировать результаты анализа, связывать их с бизнес-целями и преобразовывать в управленческие решения. Соответственно, содержание деятельности организации включает теперь не только операционную и экономическую составляющую, но и постоянное развитие интеллектуального потенциала.[7]

С методологической точки зрения деятельность организации в условиях цифровой трансформации целесообразно рассматривать как единство нескольких взаимосвязанных компонентов. Во-первых, это операционно-хозяйственный компонент, отражающий выполнение основного вида деятельности. Во-вторых, это управленческий компонент, связанный с координацией процессов, распределением ресурсов и контролем результатов. В-третьих, это информационно-аналитический компонент, обеспечивающий сбор и обработку данных. В-четвертых, это инновационный компонент, выражающийся в способности организации изменять свои процессы, продукты и методы работы. В-пятых, это рыночный компонент, характеризующий формы взаимодействия с клиентами, партнерами и конкурентной средой. В цифровой экономике все эти компоненты тесно переплетаются и уже не могут рассматриваться изолированно.

Необходимо подчеркнуть, что цифровая трансформация усиливает значение категории экономической эффективности. В традиционном подходе эффективность определялась как соотношение результата и затрат. Этот подход сохраняет методологическую ценность, однако в современных условиях его недостаточно. Организация может сохранять удовлетворительные финансовые показатели в краткосрочном периоде, однако этого недостаточно для вывода о ее устойчивом положении. При слабом уровне цифрового развития, медленной обработке информации и недостаточном использовании аналитических данных такие результаты со временем могут ухудшиться. По этой причине оценка эффективности деятельности организации в условиях цифровой трансформации не может ограничиваться только финансовыми показателями. Наряду с прибылью, выручкой, рентабельностью и оборачиваемостью целесообразно учитывать качество работы с данными, степень автоматизации процессов, скорость подготовки управленческих решений, уровень согласованности информационных систем и надежность цифровой инфраструктуры.[8]

В современных условиях результат деятельности организации определяется не только объемом имеющихся ресурсов, но и тем, как организовано их использование в рамках основных бизнес-процессов. Существенное значение имеет согласованность операций между подразделениями, последовательность прохождения информации и отсутствие избыточных потерь на отдельных этапах работы. Цифровая среда делает видимыми многие потери, которые в традиционной модели могли оставаться скрытыми: дублирование функций, задержки в согласовании, несоответствие данных между подразделениями, разрыв между маркетингом и продажами, избыточные складские запасы, слабую обратную связь с клиентом. За счет цифровых инструментов организация получает возможность описывать, измерять и совершенствовать процессы на более точной основе. Соответственно, содержание деятельности организации включает теперь постоянную работу по улучшению процессов и формированию единой цифровой логики управления.

Вывод

В условиях цифровой трансформации организация сохраняет признаки хозяйствующего субъекта, однако содержание ее деятельности заметно меняется. Наряду с традиционными ресурсами и управленческими функциями все большую роль начинают играть данные, цифровая инфраструктура, аналитические инструменты и качество информационного взаимодействия. Это требует более широкого понимания экономической сущности организации, при котором учитываются не только производство и реализация товаров или услуг, но и способность собирать, анализировать и использовать данные в системе управления. Именно такая трактовка позволяет перейти к дальнейшему рассмотрению больших данных как инструмента повышения эффективности организации.

Литература

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р «Об утверждении программы “Цифровая экономика Российской Федерации”».
2. Адаменко А. А., Михалев И. И. Стратегия цифровой трансформации организации // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 1(45). С. 10–16.
3. Астанина Д. А., Завьялова П. С., Желаева С. Э. Применение технологий «Big Data» в менеджменте // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2022. Т. 3, № 1. С. 81–83.
4. Авдеева И. Л. Цифровая трансформация экономических систем: итоги и перспективы развития // Среднерусский вестник общественных наук. 2021. Т. 16, № 1. С. 226–239. DOI: 10.22394/2071-2367-2021-16-1-226-239.
5. Ватутина Л. А., Злобина Е. Ю., Хоменко Е. В. Цифровизация и цифровая трансформация бизнеса: современные вызовы и тенденции // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. 2021. Т. 31, № 4. С. 545–551.
6. Королев О. Л., Апатова Н. В., Круликовский А. П. Большие данные как фактор изменения процессов принятия решений в экономике // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 4. С. 31–38.
7. Ляндау Ю. В., Соловьева Ю. В. Необходимость и особенности цифровой трансформации организации // Экономика строительства. 2020. № 5. С. 40–47.
8. Трофимов В. В., Трофимова Л. А. О концепции управления на основе данных в условиях цифровой трансформации // Петербургский экономический журнал. 2021. № 4. С. 149–155. DOI: 10.24412/2307-5368-2021-4-149-155.

Various methods of organization management in the context of digital transformation

Kopyshev A.A.

Autonomous Non-profit Organization of Higher Education "Moscow University of Synergy" (University of Synergy)

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines changes in the economic essence and content of an organization's activities in the context of digital transformation. The underlying premise of the study is that digital transformation affects not only the organization's technological base but also its management decision-making process, business process structure, forms of interaction with the external environment, and approaches to performance evaluation. The purpose of the article is to explore how data, digital infrastructure, and analytical tools are changing the nature of a modern organization's activities and influencing its economic performance.

The paper demonstrates that in a digital environment, an organization should be viewed not only as an economic entity combining labor, capital, material, and financial resources, but also as a system in which data becomes a significant management resource. The distinction between digitalization and digital transformation is clarified: while digitalization is primarily associated with the transfer of individual operations to electronic form and the automation of procedures, digital transformation signifies a more profound change in the logic of management and business processes. It is substantiated that in today's environment, the sources of competitive advantage, the composition of an organization's resources, and the criteria for evaluating its performance are changing. Particular attention is paid to the growing role of current data, analytics, and integrated information systems in the implementation of planning, organization, motivation, and control functions.

It is concluded that the economic content of an organization's activities in the context of digital transformation is associated not only with the achievement of traditional business results, but also with the ability to use data, digital resources, and analytical mechanisms to improve management quality, process consistency, and adaptation to environmental changes.

Keywords: digital transformation, digitalization, organization, organizational management, big data, data, digital infrastructure, business processes, economic efficiency, analytics.

References

1. Order of the Government of the Russian Federation of July 28, 2017, No. 1632-r, "On Approval of the Digital Economy of the Russian Federation Program."
2. Adamenko, A. A., Mikhalev, I. I. "Digital Transformation Strategy for an Organization." Research in Natural Sciences and Humanities. 2023, No. 1 (45). pp. 10–16.
3. Astanina, D. A., Zavyalova, P. S., Zhelaeva, S. E. "Application of Big Data Technologies in Management." Actual Problems of Aviation and Cosmonautics. 2022, Vol. 3, No. 1. pp. 81–83.
4. Avdeeva, I. L. "Digital Transformation of Economic Systems: Results and Development Prospects." Central Russian Bulletin of Social Sciences. 2021. Vol. 16, No. 1. Pp. 226–239. DOI: 10.22394/2071-2367-2021-16-1-226-239.
5. Vatutina L. A., Zlobina E. Yu., Khomenko E. V. Digitalization and Digital Transformation of Business: Modern Challenges and Trends // Bulletin of Udmurt University. Series: Economics and Law. 2021. Vol. 31, No. 4. Pp. 545–551.
6. Korolev O. L., Apatova N. V., Krulikovsky A. P. Big Data as a Factor in Changing Decision-Making Processes in the Economy // Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State Polytechnical University. Economic Sciences. 2017. Vol. 10, No. 4. Pp. 31–38.
7. Lyandau Yu. V., Solovieva Yu. V. The Necessity and Features of Digital Transformation of an Organization // Construction Economics. 2020. No. 5. Pp. 40–47.
8. Trofimov V. V., Trofimova L. A. On the Concept of Data-Based Management in the Context of Digital Transformation // Petersburg Economic Journal. 2021. No. 4. Pp. 149–155. DOI: 10.24412/2307-5368-2021-4-149-155.

Система KPI государственных служащих как инструмент стратегического управления человеческими ресурсами

Краснов Егор Александрович
аспирант, Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, krasnovegor845@mail.ru

В статье исследуется роль системы ключевых показателей эффективности (KPI) как инструмента стратегического управления человеческими ресурсами в органах государственной власти. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения результативности деятельности государственных служащих в условиях модернизации публичного управления и усиления требований к качеству государственных услуг. На основе анализа отечественной и зарубежной научной литературы, а также нормативно-правовой базы выявлены ограничения существующей системы оценки, выражающиеся в её формальном характере, слабой связи с оплатой труда и карьерным развитием, а также недостаточной ориентации на конечные результаты деятельности.

Основу исследования составили системный и сравнительный подходы, анализ нормативно-правовой базы Российской Федерации, а также обобщение отечественного и зарубежного опыта применения KPI в государственном секторе.

Цель исследования заключается в разработке концептуальной модели KPI, интегрированной в систему стратегического управления персоналом государственной службы. В рамках работы применены методы сравнительного анализа, системного подхода и моделирования. Обобщение международного опыта (США, Великобритания, Канада и др.) позволило выделить ключевые принципы эффективной системы KPI.

В результате предложена модель KPI, включающая результативные, компетентностные показатели, а также методику расчёта индивидуальной эффективности служащего. Обосновано, что внедрение такой системы способствует повышению прозрачности, управляемости и мотивации персонала, а также формированию устойчивой связи между стратегическими целями государства и индивидуальными результатами труда.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения предложенной модели при реформировании кадровой политики органов власти.

Ключевые слова: Ключевые показатели эффективности, KPI, государственная служба, стратегическое управление персоналом, управление человеческими ресурсами, оценка эффективности, цифровизация управления.

Введение

В условиях реформирования государственного управления и повышения требований к качеству публичных услуг особую остроту приобретает проблема эффективности труда государственных гражданских служащих. Человеческий фактор является ключевым элементом производительности и результативности государственного аппарата. Однако, как показывает анализ отечественной практики, существующая система оценки деятельности чиновников носит преимущественно формальный характер: аттестация и квалификационные экзамены слабо связаны с реальными результатами работы, оплатой труда и карьерным продвижением [Лукин и др. 2021, 91; Бакулина и др. 2025, 20].

Проблема усугубляется доминированием материального стимулирования без чёткой привязки к показателям эффективности: более 75% государственных служащих называют главными мотивами стабильность и регулярность выплат, а не самореализацию или достижение общественно значимых целей [Бекмурзиева 2024, 443]. В этих условиях ключевые показатели эффективности (KPI) рассматриваются не только как инструмент контроля, но и как драйвер стратегического управления человеческими ресурсами (HRM), охватывающий подбор, обучение, мотивацию и ротацию кадров.

Цель исследования – разработка концептуальной модели системы KPI для государственных служащих, интегрированной в стратегическое управление персоналом.

Методология базируется на системном подходе, сравнительном анализе нормативно-правовых актов и научной литературы, методах экспертных оценок и моделировании.

Теоретические основы KPI заложены в концепциях управления по целям (П. Друкер), сбалансированной системы показателей (Р. Каплан, Д. Нортон) и нового государственного менеджмента (К. Худ). В государственном секторе эффективность традиционно рассматривается через три составляющие: экономичность, эффективность и результативность (так называемые «3Е») [Cipiere 2023, 50].

Российские исследователи (А.Г. Барабашев, А.В. Клименко, А.В. Оболонский) отмечают, что оценка деятельности госслужащих долгое время сводилась к формальному соответствию должностным регламентам без измерения реального вклада в достижение стратегических целей. Более поздние работы [Бакулина и др. 2025; Лукин и др. 2021] показывают, что даже при наличии нормативной базы (ФЗ №79-ФЗ, указы Президента) процедуры аттестации остаются «отчётными» и не влияют на размер премий или карьеру.

В современных исследованиях стратегического управления человеческими ресурсами в государственном секторе подчеркивается необходимость каскадирования целей от уровня государственных программ до индивидуальных KPI, а также внедрения компетентностных моделей и инструментов многосторонней оценки (включая подход «360 градусов») как основы повышения результативности персонала [Cho et al., 2023]. Критический анализ литературы выявил следующие пробелы: недостаточно исследований, посвящённых интеграции KPI в полный цикл управления персоналом (от отбора до выхода на пенсию); слабо разработаны методики учёта «поведенческих» индикаторов (компетенций) наряду с результативными показателями; отсутствуют эмпирические данные о влиянии KPI на снижение коррупционных рисков.

Литературный обзор

Стратегическое управление человеческими ресурсами (HRM) в государственной службе представляет собой системную деятельность, направленную на обеспечение органа власти компетентными, мотивированными и лояльными кадрами, способными достигать долгосрочных общественно значимых целей. В отличие от традиционного кадрового делопроизводства, стратегический HRM предполагает интеграцию кадровых решений в общий процесс стратегического планирования: цели в области управления персоналом выводятся из целей государственной программы или стратегии развития ведомства [Бакулина и др. 2025, 22].

Ключевые показатели эффективности (Key Performance Indicators, KPI) в этой парадигме перестают быть просто инструментом контроля и отчётности. Они становятся **сквозным механизмом**, связывающим стратегию организации с повседневной деятельностью каждого служащего. В рамках стратегического HRM KPI выполняют четыре основные функции.

Контрольная функция заключается в систематическом сопоставлении фактически достигнутых результатов с плановыми (целевыми) показателями. Отклонения (как положительные, так и отрицательные) служат основой для корректирующих управленческих воздействий. Например, если по итогам квартала доля своевременно рассмотренных обращений граждан составила 85% при плане 95%, руководитель подразделения должен проанализировать причины отставания (нехватка персонала, низкая квалификация, сбои в документообороте) и принять меры.

Мотивационная функция реализуется через привязку переменной части денежного содержания (премий, надбавок) к степени достижения KPI. Многие авторы подчёркивает, что «эффективный контракт» институционализирует прямую связь между результатами деятельности, выраженными через измеримые показатели, и величиной стимулирующих выплат. Это создаёт у служащего прямой экономический интерес в повышении результативности. В наиболее продвинутых системах (например, в корпорации развития ВЭБ.РФ) до 45% общего веса KPI составляют показатели объёма финансирования проектов развития, что непосредственно влияет на премии сотрудников [Лялькова, Иззука 2022, 170].

Развивающая функция связана с выявлением «зон роста» — компетенций, которые необходимо усилить для достижения целевых KPI. Если служащий систематически не выполняет показатели, требующие аналитических навыков, это сигнал для направления его на курсы повышения квалификации или включения в программу наставничества. В свою очередь, стабильное перевыполнение KPI может служить основанием для включения сотрудника в кадровый резерв на вышестоящую должность. Таким образом, оценка по KPI становится отправной точкой для формирования индивидуальных планов профессионального развития [Бакулина и др. 2025, 31].

Коммуникационная функция обеспечивает регулярный диалог между руководителем и подчинённым. В отличие от разовых аттестаций, система KPI предполагает периодические встречи (например, ежеквартально) для обсуждения промежуточных результатов, корректировки планов и постановки новых задач. Это превращает оценку из «приговора» в рабочий инструмент коучинга и повышает вовлечённость персонала [Лукин и др. 2021, 93].

Принципиальное отличие «развивающего» подхода от «учетного» (традиционного для многих российских госорганов) заключается в том, что KPI не просто фиксируются в отчётах, а реально влияют на кадровые процессы. В учётном подходе показатели могут дублироваться, быть противоречивыми или не связанными с оплатой труда — как следствие, они воспринимаются служащими как лишняя бюрократическая нагрузка. В развивающем подходе KPI интегрированы в полный HR-цикл: подбор (кандидатам предлагаются целевые показатели на испытательный срок), адаптацию (план первых 100 дней привязан к KPI), ротацию (перемещение сотрудника обосновывается динамикой его показателей) и преемственность (кадровый резерв формируется на основе рейтингов KPI) [Лукин и др. 2021, 95].

Для того чтобы система KPI работала эффективно, сами показатели должны соответствовать критериям **SMART** (Specific – конкретные, Measurable – измеримые, Achievable – достижимые, Relevant – релевантные, Time-bound – ограниченные во времени). Например, для специалиста отдела организации предоставления государственных услуг KPI может быть сформулирован так: «Доля заявителей, получивших услугу в течение 15 минут с момента обращения, – не менее 90% в месяц». Такой показатель конкретен, измерим (можно подсчитать через систему электронной очереди), достижим при нормальной организации процесса, релевантен (напрямую связан с качеством услуги) и ограничен во времени (месяц).

Ключевым принципом построения системы KPI в государственном управлении является **каскадирование** (декомпозиция) целей. Схема каскадирования представлена на рисунке 1.

Материалы и методы

Важнейшим механизмом практической реализации KPI на государственной службе является **эффективный контракт**. Согласно распоряжению Правительства РФ №2190-р, эффективный контракт — это трудовой договор, в котором конкретизированы должностные обязанности, условия оплаты труда, показатели и критерии оценки эффективности деятельности для назначения стимулирующих выплат в зависимости от результатов труда и качества оказываемых государственных услуг. В отличие от типового трудового договора, эффективный контракт содержит:

- перечень конкретных KPI с указанием плановых и целевых значений;
- вес (значимость) каждого показателя в общей оценке;
- формулу расчёта переменной части заработной платы;
- порядок пересмотра показателей при изменении стратегических целей.

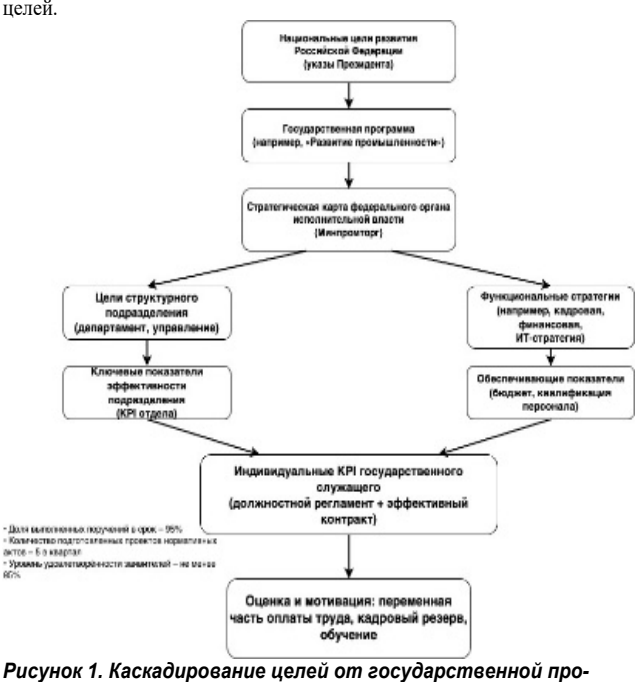


Рисунок 1. Каскадирование целей от государственной программы до индивидуальных KPI государственного служащего

Каскадирование обеспечивает «прозрачность» целей: любой служащий понимает, как его повседневная работа связана с реализацией государственной программы и национальных приоритетов.

Например, для руководителя отдела таможенного оформления эффективный контракт может включать такие KPI: «Сокращение времени выпуска товаров на 10% к предыдущему году» (вес 30%), «Доля уплаченных таможенных платежей от дополнительно начисленных — не менее 95%» (вес 40%), «Отсутствие обоснованных жалоб участников ВЭД» (вес 30%). При выполнении всех показателей премия составит 50% от должностного оклада, при выполнении 2 из 3 — 25%, при выполнении менее 2 — премия не выплачивается.

Внедрение KPI в государственной службе оказывает двойственный эффект, повышая результативность, но одновременно усиливая риски формализации деятельности [Муравкина, 2025, 52]

Таким образом, теоретические основы KPI как инструмента стратегического HRM базируются на трёх столпах: многофункциональность (контроль, мотивация, развитие, коммуникация), каскадирование (увязка стратегии и индивидуальных целей) и контрактация (эффективный контракт как юридическая форма закрепления KPI). В совокупности они позволяют преодолеть формализм существующей системы оценки и превратить KPI в реальный драйвер повышения эффективности государственной службы.

Нормативно-правовая база включает Федеральный закон №79-ФЗ, Указ Президента №110 «О проведении аттестации», методический инструментарий Минтруда. Однако на практике доминируют процедуры, не связанные с реальными результатами. Согласно исследованиям, основными мотивами выбора госслужбы остаются стабильность (79%) и достойная зарплата (55%), тогда как самореализацию отметили лишь 49% опрошенных. В научной литературе KPI рассматриваются как инструмент стратегического управления, обеспечивающий реализацию целей организации [Туктарова и др., 2024, 116].

Таблица 1
Сравнение подходов к оценке госслужащих в зарубежных странах

Страна	Ключевые особенности
США	Индивидуальные планы работы с KPI, 5-балльная шкала, влияние на премии и продвижение
Великобритания	Компетентностный подход, ежегодное собеседование, индивидуальные планы развития
Германия	Сочетание квалификационных и поведенческих критериев, рейтингование
Франция	Индивидуализированный функциональный подход, акцент на оценку руководителей
Канада	Каскадирование целей, метод «360 градусов», интеграция с HR-процессами
Румыния	Концепция «3E» (economy, efficiency, effectiveness) в местном самоуправлении

Одной из ключевых проблем государственной службы остаётся недостаточная эффективность кадровой политики [Ильина 2023, 4]. Внедрение инновационных кадровых технологий, включая KPI, определяет уровень эффективности государственной службы в целом [Сычанина и др., 2024, с. 47].

Сравнительный анализ (таблица 1) показывает, что в развитых странах сформировались сходные принципы оценки, адаптированные к национальным условиям.

Общими чертами являются: регулярность оценки, привязка к стратегическим целям, сочетание количественных и качественных критериев, использование цифровых «приборных панелей» для мониторинга. Для России наиболее релевантны элементы каскадирования целей, компетентностного подхода и цифровизации оценочных процедур [Бакулина и др. 2025, 28].

Результаты

На основе анализа практики внедрения KPI в российских и зарубежных организациях [Лукин и др. 2021] выделены следующие системные ошибки:

1. **Чрезмерное количество показателей** – более 7–10 KPI на одного сотрудника приводит к расфокусировке мотивации.
2. **Недостижимые целевые значения** – «планка» устанавливается без учёта реальных возможностей, что демотивирует персонал.
3. **Слабая увязка с оплатой труда** – премии выплачиваются вне зависимости от выполнения KPI, что обесценивает систему.
4. **Дублирование и противоречивость** – один и тот же результат учитывается в нескольких показателях, либо достижение одного KPI блокирует другой.
5. **Игнорирование мнения служащих** – показатели спускаются «сверху» без обсуждения, что порождает отторжение.
6. **«Отчётное» внедрение** – KPI вводятся формально, без изменения корпоративной культуры и стиля управления.

Эти ошибки могут быть преодолены только при комплексном подходе, включающем обучение руководителей, пилотную апробацию и постепенное масштабирование.

Предлагаемая модель базируется на следующих принципах:

- **стратегическое соответствие** – KPI декомпозируются из целей государственных программ и стратегических карт органа власти;
- **интеграция с HR-циклами** – показатели используются при отборе, адаптации, обучении, мотивации и ротации;
- **участие служащего** – цели и KPI согласовываются с работником, что повышает принятие;
- **регулярная обратная связь** – оценка проводится не реже одного раза в полугодие с обсуждением результатов.

Структура модели включает три группы показателей:

1. **Результативные** (KPI результатов) – отражают вклад в достижение целей подразделения и органа (например, доля выполненных в срок поручений, количество обоснованных жалоб).
2. **Компетентностные** – оценивают профессиональные и поведенческие компетенции (системное мышление, клиентоориентированность, работа с данными).
3. **Процессные** – характеризуют соблюдение регламентов, качество подготовки документов, эффективность использования рабочего времени.

В отличие от традиционных подходов, основанных на учёте трудозатрат, предлагается использовать интегральную модель оценки индивидуальной эффективности, учитывающую как результативные, так и качественные параметры деятельности. Индивидуальная эффективность определяется как взвешенная сумма коэффициентов достижения KPI, загрузки и качества выполнения работ (формула) Такая модель позволяет учитывать вклад сотрудника в достижение стратегических целей, уровень его вовлечённости и качество выполняемых функций, обеспечивая более объективную и гибкую оценку по сравнению с традиционными методами.

$$K_{\{эф\}} = w_1 \cdot K_{\{KPI\}} + w_2 \cdot K_{\{загр\}} + w_3 \cdot K_{\{кач\}}$$

где:

– $K_{\{эф\}}$ – коэффициент достижения индивидуальных KPI (выполнение целевых показателей результативности);

– $K_{загр}$ – коэффициент загрузки (степень вовлечённости в выполнение задач и проектов);

– $K_{кач}$ – коэффициент качества выполнения работы (оценка результатов, отсутствие ошибок, удовлетворённость пользователей услуг);

– w_1, w_2, w_3 – весовые коэффициенты (сумма равна 1), отражающие приоритетность соответствующих компонентов.

Схема взаимодействия элементов модели показана на рисунке 2.

Рисунок 2. Модель интеграции KPI в стратегическое управление человеческими ресурсами государственной службы

Обсуждение

Данная модель позволяет не только оценить текущую эффективность, но и прогнозировать кадровые потребности, формировать индивидуальные траектории развития и обосновывать управленческие решения.

Предлагаемая модель отличается от существующих подходов (преимущественно аттестационных) тем, что KPI становятся сквозным элементом управления персоналом, а не разовой отчётной процедурой. Интеграция с HR-циклами создаёт «петлю качества»: оценка → выявление дефицита компетенций → обучение → повторная оценка.

Внедрение модели сопряжено с ограничениями: необходимость изменения корпоративной культуры («культура правил» на «культуру успеха»), высокая трудоёмкость разработки показателей для специфических должностей, риск «игры с показателями» (закон Кэмпбелла).

Внедрение «приборных панелей» (dashboard), отображающих ключевые показатели эффективности в режиме реального времени, даст руководителям возможность своевременно корректировать управленческие решения.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Существующая система оценки государственных служащих в России характеризуется формализмом, слабой связью с оплатой труда и карьерным ростом, отсутствием обратной связи от получателей услуг.
2. Зарубежный опыт (США, Великобритания, Канада) демонстрирует эффективность каскадирования KPI, компетентностного подхода и цифровизации оценки.
3. Выявлены типичные ошибки внедрения KPI в госорганах: чрезмерное количество показателей, недостижимость целевых значений, игнорирование мнения служащих.
4. Разработана концептуальная модель KPI, интегрированная в стратегическое управление человеческими ресурсами, включающая результативные, компетентностные и процессные показатели, а также методику расчёта индивидуальной эффективности (коэффициенты загруженности, качества, использования времени).

Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенной модели при модернизации кадровых технологий в органах государственной власти и местного самоуправления. Дальнейшие исследования должны быть направлены на эмпирическую апробацию модели в пилотных регионах, разработку отраслевых KPI (здравоохранение, образование, таможня) и оценку влияния KPI на снижение коррупционных рисков.

Литература

1. Бакулина А.А., Завалько Н.А., Красюкова Н.Л. Совершенствование системы оценки эффективности и результативности государственного служащего // Управленческие науки. 2025. Т. 15. № 2. С. 19-36.
2. Бекмурзиева Х.М., Мальсагов А.Х. Мотивация деятельности государственных гражданских служащих как средство повышения эффективности государственной гражданской службы // Экономика и социум. 2024. № 6-2 (121). С. 442-446.

3. Ильина, М.Ю. Кадровая политика на государственной службе: текущие проблемы и пути совершенствования / М.Ю. Ильина, А.А. Курбатова, А.А. Ерохина // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № s6. — URL: https://esj.today/PDF/16FAVN623.pdf (дата обращения: 23.04.2026)

4. Лукин А.Н., Воропанов В.А., Орлов П.А., Яцун А.Н. Использование ключевых показателей результативности деятельности кадров на государственной и муниципальной службе // Социум и власть. 2021. № 1 (87). С. 90–102.

5. Лялькова Е. Е., Иззука Т. Б, Ключевые показатели эффективности деятельности инсти тутов развития РФ // Экономические науки. 2022. № 214. С. 169-174.

6. Муравкина Д. М. Внедрение системы KPI на государственной службе: мотивационный или демотивирующий эффект? // Актуальные исследования. 2025. № 48 (283). Ч. III. С. 50–54. https://apni.ru/article/13726-vnedrenie-sistemy-kpi-na-gosudarstvennoj-sluzhbe-motivacionnyj-ili-demotiviruyushij-effekt (дата обращения: 23.04.2026)

7. Сычанина С.Н., Бреусова С.К., Схабо Р.В. Инновационные кадровые технологии в системе государственной службы // Управленческий учет. 2024. № 6. С. 45–52.

8. Туктарова П.А., Дмитриева И.В., Ялтонская Д.И. Формирование многоуровневой системы ключевых показателей (KPI) региональной инновационной инфраструктуры // Информационные и математические технологии в науке и управлении. - 2025. - №1. - С. 114-121.

9. Cho W., Choi H., Kim D. Data-driven human resource management in the public sector: A five-step process and case studies // Administrative Sciences. 2023. Vol. 13. No. 2. P. 41. DOI: 10.3390/admsci13020041

10. Cipiere A.-B. The performance of the local public administration. Efficiency, effectiveness, economicity in the public sector // Journal of Public Administration, Finance and Law. 2023. Iss. 30. P. 49-66.

KPI system for civil servants as a tool for strategic human resources management

Krasnov E.A.

Povolzhsky Institute of Management named after P. A. Stolypin, branch of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA)

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the role of the key performance indicators (KPI) system as a tool for strategic human resource management in public authorities. The relevance of the work is driven by the need to improve the performance of civil servants amid the modernization of public administration and increasing demands for the quality of public services. Based on the analysis of domestic and foreign scientific literature, as well as the regulatory framework, the limitations of the existing evaluation system are identified, manifesting in its formal nature, weak linkage to remuneration and career development, and insufficient focus on final performance outcomes.

The study is grounded in systemic and comparative approaches, analysis of the regulatory framework of the Russian Federation, and generalization of domestic and foreign experience in applying KPIs in the public sector.

The aim of the study is to develop a conceptual KPI model integrated into the strategic personnel management system of the civil service. The research employs methods of comparative analysis, systemic approach, and modeling. The generalization of international experience (USA, UK, Canada, etc.) enabled the identification of key principles of an effective KPI system.

As a result, a KPI model is proposed that includes result-based and competency-based indicators, as well as a methodology for calculating individual employee effectiveness. It is substantiated that the implementation of such a system contributes to increased transparency, manageability, and staff motivation, as well as the formation of a sustainable link between the strategic goals of the state and individual labor outcomes.

The practical significance of the study lies in the possibility of applying the proposed model in reforming the personnel policy of public authorities.

Keywords: Key performance indicators, KPI, civil service, strategic personnel management, human resource management, performance evaluation, digitalization of management.

References

1. Bakulina A.A., Zavalko N.A., Krasukova N.L. Improving the system for assessing the effectiveness and efficiency of a civil servant // Management studies. 2025. V. 15. No 2. P. 19-36
2. Bekmurzieva Kh.M., Malsagov A.Kh. The motivation of the activity of civil servants as a means of increasing the efficiency of the state civil service // Economics and society. 2024. No 6-2 (121). P. 442-446
3. Ilyina M.Yu., Kurbatova A.A., Erokhina A.A. Personnel policy in the civil service: current problems and ways to improve. The Eurasian Scientific Journal. 2023; 15(s6). URL: https://esj.today/PDF/16FAVN623.pdf (accessed: 23.04.2026)
4. Лукин А.Н., Воропанов В.А., Орлов П.А., Яцун А.Н. Использование ключевых показателей результативности деятельности кадров на государственной и муниципальной службе // Социум и власть. 2021. No 1 (87). С. 90–102.
5. Lyalkova E.E., Izzuka T.B. Key performance indicators of the development institutions of the Russian Federation. // Economic Sciences. 2022. No 214. P. 169-174.
6. Muravkina D.M. Implementation of the KPI system in the civil service: motivational or demotivating effect? Relevant researches, 2025, No. 48 (283), Part III, P. 50-54. https://apni.ru/article/13726-vnedrenie-sistemy-kpi-na-gosudarstvennoj-sluzhbe-motivacionnyj-ili-demotiviruyushij-effekt (accessed: 23.04.2026)
7. Sychannina S. N., Breusova S. K., Skhabo R. V. Innovative HR technologies in the civil service system. Upravlencheskii uchet (Management Accounting), 2024, No 6, 3. 45–52.
8. Tuktarova P.A., Dmitrieva I.V., Yaltonskaya D.I. Formation of a multi-level system of key indicators (KPI) of regional innovation infrastructure // Information and mathematical technologies in science and management. - 2025. - No. 1. - P. 114-121
9. Cho W., Choi H., Kim D. Data-driven human resource management in the public sector: A five-step process and case studies // Administrative Sciences. 2023. Vol. 13. No. 2. P. 41. DOI: 10.3390/admsci13020041
10. Cipiere A.-B. The performance of the local public administration. Efficiency, effectiveness, economicity in the public sector // Journal of Public Administration, Finance and Law. 2023. Iss. 30. P. 49- 66.

Влияние корпоративного управления на операционно-финансовую результативность российских компаний с государственным участием

Ложников Александр Алексеевич
аспирант, РАНХиГС, alozhnikovv@yandex.ru

В статье исследуется влияние корпоративного управления, в частности независимости совета директоров, на операционно-финансовую результативность российских публичных компаний с государственным участием. На панельных данных 20 компаний нефтегазового, телекоммуникационного и теплоэнергетического секторов за 2009–2024 гг. оценивается регрессионная модель с фиксированными эффектами по периодам и отраслям. Зависимой переменной выступает отношение скорректированной OIBDA к активам. Показано, что доля независимых директоров статистически значимо и положительно связана с операционно-финансовой результативностью. Одновременно выявлено, что компании с государственным участием характеризуются более низкими значениями результативности. Анализ практик корпоративного управления выявил системный разрыв: средняя доля независимых директоров в компаниях с государственным участием составляет 13% против 26% у частных, при этом ни одна из государственных компаний не достигает минимального ориентира ОЭСР (33%). Разрыв расширяется во времени — с менее чем 1 п.п. в 2009 году до 19 п.п. к 2024 году. Полученные результаты свидетельствуют о том, что различия в результативности между компаниями с государственным участием и частными в значительной мере обусловлены не самим фактом государственного присутствия, а сопутствующими ему характеристиками корпоративного управления. Укрепление независимости совета директоров рассматривается как фундаментальный институциональный шаг, создающий основу для последующих системных преобразований в области корпоративного управления и повышения операционно-финансовой результативности компаний с государственным участием.

Ключевые слова: компании с государственным участием, корпоративное управление, независимость совета директоров, операционно-финансовая результативность, OIBDA, российские публичные компании.

Влияние государственного участия в структуре собственности на результативность компаний является одним из наиболее исследуемых и вместе с тем наиболее дискуссионных вопросов в корпоративных финансах. Эмпирическая литература фиксирует устойчивую, хотя и не безусловную, отрицательную связь государственного контроля с операционно-финансовой результативностью [7]. Однако сам по себе данный вывод оставляет открытым вопрос о механизмах: через какие институциональные каналы государственное участие транслируется в наблюдаемые различия в результативности?

Для российского контекста этот вопрос особенно актуален. По данным индекса государственного участия, рассчитываемого РАНХиГС, доля компаний с государственным участием в ВВП России возросла с порядка 20% в начале 2000-х годов до 33% к 2023 году [10], что свидетельствует об устойчивом расширении корпоративного канала государственного присутствия в экономике. В предшествующем исследовании автора [6] на панельных данных российских публичных компаний было показано, что государственный контроль статистически значимо и отрицательно связан с операционно-финансовой результативностью. В качестве перспективного направления было указано на необходимость включения в анализ показателей корпоративного управления для разграничения институциональных и управленческих каналов формирования выявленных различий. Настоящая статья реализует данное направление.

Целью исследования является эмпирическая оценка роли корпоративного управления — в частности, независимости совета директоров — как фактора операционной результативности российских публичных компаний с государственным участием. Исследовательская гипотеза состоит в том, что эффект государственного контроля на результативность опосредуется институциональным каналом: недостаточная независимость совета директоров ограничивает качество контроля и подотчётности менеджмента, что транслируется в более низкую операционную результативность.

Государство как собственник отличается от частного инвестора многомандатным характером целей. Наряду с экономическими задачами (максимизация стоимости, обеспечение инвестиционного развития) компании с государственным участием реализуют социальные функции (поддержание занятости, обеспечение доступности социально значимых услуг) и стратегические приоритеты (контроль над критически важными активами, технологический суверенитет) [8]. Множественность целей создаёт специфическую среду для принятия управленческих решений: менеджмент компании оказывается перед необходимостью балансировать между задачами, не всегда согласованными между собой, что в рамках агентской теории интерпретируется как источник дополнительных агентских издержек [9].

В этом контексте совет директоров выступает ключевым институциональным механизмом снижения агентских издержек. Для компаний с государственным участием данный механизм приобретает особую значимость, поскольку государство как собственник совмещает экономические, социальные и политико-административные функции. Это создаёт повышенные риски использования компании для достижения целей, не всегда совпадающих с интересами самой компании и её миноритарных акционеров. Независимый совет директоров в этом контексте способен ограничить дискреционное влияние государства как акционера, повысить подотчётность менеджмента и обеспечить баланс интересов всех групп собственников [3, 5].

Рекомендации ОЭСР по корпоративному управлению в компаниях с государственным участием подчёркивают, что не менее одной трети членов совета директоров должны быть независимыми. При этом независимость определяется через совокупность содержательных критериев: отсутствие связи с менеджментом компании на протяжении не менее пяти лет; отсутствие аффилированности с мажоритарным акционером, включая представление его интересов; отсутствие деловых и родственных связей с компанией и её руководством; ограничение срока пребывания в совете (как правило, не более девяти лет); а для компаний с государственным участием — отсутствие связи с государственными органами, осуществляющими регуляторные или контрольные функции в отношении компании [12]. Использование данных критериев позволяет отделить формальную независимость от фактической.

Эмпирические исследования подтверждают, что повышение доли независимых директоров ассоциируется с улучшением качества корпоративного управления, ростом финансовой результативности и снижением вероятности принятия политически мотивированных решений [2, 4]. Вместе с тем роль независимости совета директоров в формировании операционной результативности российских компаний с государственным участием исследована недостаточно — большинство работ фокусируется либо на финансовых метриках, либо на международных выборках, что ограничивает переносимость выводов на российский институциональный контекст.

В международной литературе связь между независимостью совета и результативностью анализируется преимущественно на выборках частных компаний. Ряд работ показывает положительное влияние доли независимых директоров на показатели ROA и Tobin's Q, однако результаты не являются однозначными и зависят от институционального контекста. Применительно к компаниям с государственным участием исследования менее многочисленны. Среди работ, затрагивающих российский контекст, следует выделить исследования, анализирующие влияние структуры собственности на финансовые результаты российских компаний, в которых показано, что концентрация собственности и особенности корпоративного управления являются значимыми факторами результативности [2]. В более широком контексте развивающихся рынков показано, что государственное участие оказывает дифференцированное влияние на результативность в зависимости от институциональной среды и конкурентных условий [4]. Настоящая статья дополняет данное направление, вводя долю независимых директоров как самостоятельную переменную в модель, объясняющую операционную результативность российских компаний с государственным участием.

Принципиально важно, что недостаточная независимость совета директоров имеет мультипликативные последствия для корпоративного управления в целом. Комитеты совета директоров (по аудиту, вознаграждениям, стратегии) и органы внутреннего контроля подотчётны совету и действуют в рамках его мандата. При зависимом составе совета снижается вероятность того, что комитеты смогут выполнять функции критического контроля. Таким образом, независимость совета директоров является не изолированным параметром, а институциональным фундаментом, от которого зависит работоспособность архитектуры корпоративного управления.

Эмпирический анализ основан на панельной базе данных российских публичных нефинансовых компаний. Единицей наблюдения является «компания–год», период исследования охватывает 2009–2024 гг. Отраслевой охват включает три сектора: нефтегазовый (в части нефтедобычи и нефтепереработки), телекоммуникационный и теплоэнергетический. Выбор секторов обусловлен наличием как компаний с государственным участием, так и сопоставимых по виду деятельности частных компаний, а также достаточной доступностью финансовой отчётности по МСФО. Итоговая выборка включает 20 компаний и 245 наблюдений.

Источниками данных выступают консолидированная финансовая отчётность по МСФО, годовые отчёты, корпоративные документы (положения о совете директоров и комитетах), а также данные информационной системы СПАРК для верификации структуры собственности. Доля независимых директоров рассчитывалась автором на основе расширенного набора критериев, сформированных в соответствии с рекомендациями ОЭСР и включающих отсутствие связи с менеджментом, мажоритарным акционером, государственными органами, а также ограничение срока пребывания в совете.

Структура выборки по отраслям и формам собственности приведена в таблице 1. Распределение наблюдений по группам носит сбалансированный характер: доля наблюдений компаний с государственным участием составляет 49%, что обеспечивает корректность сравнительного анализа. Все три отрасли являются ресурсоёмкими, однако различаются по масштабу деятельности, структуре активов и уровню операционной результативности.

Таблица 1
Структура эмпирической выборки

Отрасль	Компаний	КГУ	Частных	Период	Наблюд.
Нефтегазовая	9	5 (53%)	4 (47%)	2009–2024	94
Телекоммуникации	5	2 (42%)	3 (58%)	2009–2024	78
Теплоэнергетика	6	3 (51%)	3 (49%)	2009–2024	73
Итого	**20**	**10 (49%)**	**10 (51%)**	**2009–2024**	**245**

Источник: составлено автором.

Описательная статистика ключевых переменных модели приведена в таблице 2. Средний уровень операционной результативности (OIBDA/активы) по выборке составляет 18,2% при стандартном отклонении 7,1 п.п. Доля компаний с государственным участием в выборке составляет 49%. Средняя доля независимых директоров — 19,8% при значительной вариации (от 0% до 69%). Финансовый рычаг варьируется от 0 до 1,02 со средним значением 0,32, инвестиционная интенсивность (CAPEX/активы) — от 1% до 25% со средним 10%.

Таблица 2
Описательная статистика переменных модели (N = 245)

Переменная	Среднее	Ст.откл.	Мин.	Медиана	Макс.
OIBDA adj / Активы	0,182	0,071	0,028	0,172	0,404
Госконтроль (бинарная)	0,486	0,501	0	0	1
Доля независимых СД	0,198	0,180	0,000	0,182	0,692
Финансовый рычаг	0,319	0,257	0,000	0,244	1,020
CAPEX / Активы	0,102	0,043	0,011	0,095	0,250
Размер (ln активов)	12,6	1,9	9,2	12,4	16,8

Источник: расчёты автора.

Анализ данных выявил системный разрыв в уровне независимости советов директоров между компаниями с государственным участием и частными компаниями. Средняя доля независимых директоров у компаний с государственным участием составляет 13% против 26% у частных — разрыв в два раза. При этом 38% наблюдений компаний с государственным участием характеризуются полным отсутствием независимых директоров. Минимальный ориентир ОЭСР (не менее 33%) достигается лишь в 9% наблюдений компаний с государственным участием, тогда как у частных компаний данный порог выполняется в 45% наблюдений.

Отраслевая декомпозиция показывает, что наибольший разрыв характерен для телекоммуникационного сектора: средняя доля независимых директоров у государственных компаний составляет 5% против 26% у частных. В нефтегазовом секторе разрыв менее выражен (21% против 26%), в теплоэнергетике — занимает промежуточное положение (10% против 25%).

Временная динамика свидетельствует о расширении разрыва: если в 2009 году различие составляло менее 1 п.п., то к 2024 году оно возросло до 19 п.п. Частные компании последовательно наращивают долю независимых директоров, тогда как компании с государственным участием демонстрируют стагнацию данного показателя. Корреляция между индикатором госконтроля и долей независимых директоров составляет –0,36, что подтверждает наличие систематической связи между формой собственности и качеством институционального контроля.

Зависимой переменной выступает отношение скорректированной OIBDA к средним совокупным активам (OIBDA adj/Активы) как показатель операционной результативности. Скорректированная OIBDA очищена от переоценок и обесценений, что снижает влияние учётных особенностей и обеспечивает сопоставимость. Нормировка на средние активы контролирует масштаб деятельности.

Ключевыми объясняющими переменными являются бинарный индикатор государственного контроля и доля независимых директоров в совете директоров. Выбор бинарной спецификации для госконтроля обусловлен характером выборки: в анализируемых отраслях компании с государственным участием характеризуются контролирующим пакетом, а вариативность долей государственного владения недостаточна для применения непрерывной меры.

В качестве контрольных переменных включены: логарифм средних активов (размер компании), финансовый рычаг (отношение чистого долга к активам) и инвестиционная интенсивность (CAPEX/Assets). Для учёта временных эффектов вместо индивидуальных годовых переменных используются периодные фиктивные переменные, соответствующие ключевым макроэкономическим периодам: посткризисное восстановление (2009–2010), период относительной стабильности (2011–2013), базовый период с возникшим санкционным давлением (2014–2019), пандемия COVID-19 (2020–2021), период геополитической турбулентности (2022–2024). Отраслевые фиксированные эффекты контролируют систематические различия в уровне результативности между секторами.

Стандартные ошибки рассчитываются в робастной форме (HC-robust), устойчивой к гетероскедастичности. Спецификация модели имеет следующий вид:

$$OIBDA/Assets_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot State_{it} + \beta_2 \cdot \ln(Assets)_{it} + \beta_3 \cdot Leverage_{it} + \beta_4 \cdot CAPEX/Assets_{it} + \beta_5 \cdot PctIndependent_{it} + Period_t + Industry_s + \varepsilon_{it}$$

Перед оцениванием проведена диагностика мультиколлинеарности: значения VIF для всех переменных находятся ниже 1,4, что свидетельствует об отсутствии проблем мультиколлинеарности. Результаты оценки модели представлены в таблице 3.

Коэффициент при индикаторе госконтроля статистически значим на уровне 5% и отрицателен ($\beta = -0{,}018$). Содержательно это означает, что при прочих равных условиях компании с государственным участием демонстрируют операционную результативность на 1,8 п.п. ниже, чем

частные компании. Коэффициент доли независимых директоров высоко значим ($p < 0,001$) и положителен ($\beta = +0,087$). Рост доли независимых директоров на 10 п.п. ассоциируется с повышением OIBDA/активы на 0,9 п.п. Данный результат подтверждает гипотезу о том, что качество институционального контроля является самостоятельным фактором операционной результативности, действующим наряду с — и частично через — эффект формы собственности.

Таблица 3

Результаты оценки модели (зависимая переменная: OIBDA adj/Активы)

Переменная	Коэффициент	Ст. ошибка	p-значение	Значимость
Индикатор госконтроля	−0,0178	0,0074	0,017	**
Доля независимых директоров	+0,0873	0,0190	0,000	***
Финансовый рычаг	−0,0829	0,0177	0,000	***
CAPEX/Assets	+0,3357	0,0870	0,000	***
Размер (ln активов)	−0,0016	0,0026	0,528	
Периодные фикс. эффекты	Включены	—	—	
Отраслевые фикс. эффекты	Включены	—	—	

*Примечание: *** — p < 0,01; ** — p < 0,05. HC-robust стандартные ошибки. Источник: расчёты автора.*

Одновременная значимость обоих эффектов заслуживает отдельного внимания. Несмотря на корреляцию между индикатором госконтроля и долей независимых (–0,36), оба коэффициента значимы одновременно при VIF ниже 1,4. Это означает, что государственный контроль и качество корпоративного управления представляют два различимых канала влияния на результативность: прямой (связанный с многомандатностью и особенностями системы стимулов) и институциональный (связанный с качеством контроля и подотчётности менеджмента).

Финансовый рычаг демонстрирует значимый отрицательный эффект ($\beta = −0,083$, $p < 0,001$): более высокая долговая нагрузка ассоциируется с более низкой операционной результативностью, что согласуется с теоретическими представлениями о влиянии долговых ковенантов на инвестиционную гибкость. Инвестиционная интенсивность (CAPEX/Assets) значима и положительна ($\beta = +0,336$, $p < 0,001$): компании с более высокими капитальными вложениями демонстрируют более высокую операционную отдачу активов. Размер компании (ln активов) статистически незначим, что снижает риск интерпретации выявленных эффектов как производных от различий в масштабе деятельности.

Полученные результаты позволяют содержательно продвинуться в понимании механизмов влияния государственного участия на операционную результативность компаний. Если предшествующие исследования фиксировали сам факт отрицательной связи, то настоящая работа показывает, что эта связь частично опосредована институциональным каналом — качеством корпоративного управления, измеренным через долю независимых директоров.

Содержательно это означает, что не государственная собственность как таковая определяет более низкую результативность, а сопутствующие ей институциональные характеристики. Компании с государственным участием систематически имеют меньшую долю независимых директоров (в среднем вдвое ниже, чем у частных), и данный разрыв не сокращается, а расширяется во времени. При этом зависимый состав совета директоров ограничивает работоспособность всех смежных институтов корпоративного управления: комитетов по аудиту и вознаграждениям, внутреннего контроля, раскрытия информации и защиты прав миноритарных акционеров.

Данный результат имеет важное теоретическое следствие. Дискуссия о влиянии государственного участия на результативность компаний нередко строится в логике «частная собственность эффективнее государственной». Полученные результаты предлагают более дифференцированную интерпретацию: различия в результативности формируются не столько вследствие самого факта государственного присутствия в капитале, сколько через сопутствующие институциональные особенности, в частности через уровень независимости совета директоров. Это согласуется с подходом, развиваемым в современной литературе по государственному капитализму, где подчёркивается, что качество институтов управления государственным участием имеет большее значение, чем сам факт присутствия государства в капитале [8].

Практическая значимость данного вывода состоит в том, что он указывает на конкретный институциональный рычаг повышения результативности, не требующий изменения структуры собственности. Укрепление независимости совета директоров является мерой, реализуемой в рамках существующей модели государственного участия и не предполагающей приватизации или иных структурных преобразований.

На основе полученных результатов и анализа практик корпоративного управления в компаниях выборки можно выделить два приоритетных направления повышения результативности компаний с государственным участием.

Первое — формирование чёткого публичного мандата государства как собственника. Анализ корпоративных документов показывает, что цели государственного участия в большинстве случаев не формализованы и не доведены до уровня измеримых показателей. Публичное разграничение коммерческих и публичных целей, формализация КПЭ и прозрачные механизмы компенсации публичных обязательств снижают риск смешения приоритетов и повышают предсказуемость политики собственника для частных инвесторов.

Второе — укрепление независимости совета директоров. Эмпирические результаты статьи количественно подтверждают, что более высокая доля независимых директоров ассоциируется с более высокой результативностью. Приближение доли независимых членов к минимальному ориентиру ОЭСР (33%) выступает ключевым условием повышения результативности функционирования всей архитектуры корпоративного управления — от работы комитетов до мониторинга КПЭ и защиты интересов миноритарных акционеров.

Важно подчеркнуть, что обе рекомендации взаимосвязаны. Публичный мандат создаёт систему координат, в рамках которой совет директоров может осуществлять независимый контроль: без формализованных целей и КПЭ даже независимый совет не располагает достаточной информационной базой для оценки качества управленческих решений. В свою очередь, без достаточного уровня независимости совет не способен обеспечить объективный контроль исполнения мандата. Совокупность указанных мер формирует институциональную среду, в которой использование ресурсов становится более дисциплинированным, а подотчётность менеджмента — более действенной. Тем самым выявленный в настоящем исследовании разрыв в операционной результативности может быть сокращён не через изменение структуры собственности, а через развитие институциональных механизмов корпоративного управления.

Исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, выборка ограничена российскими публичными компаниями трёх отраслей, что определяет рамки обобщаемости результатов. Полученные выводы отражают особенности функционирования компаний с государственным участием в условиях российского институционального контекста и не могут быть непосредственно экстраполированы на непубличные компании или иные юрисдикции без дополнительной эмпирической проверки. Во-вторых, регрессионный подход позволяет зафиксировать устойчивую статистическую связь, но не претендует на строгую идентификацию причинно-следственного эффекта. Использование квазиэкспериментальных подходов и инструментальных переменных представляет перспективное направление дальнейших исследований. В-третьих, доля независимых директоров является агрегированным показателем качества корпоративного управления и не исчерпывает всей сложности институциональной среды. В частности, за рамками настоящего исследования остаются такие характеристики, как профессиональный состав совета, эффективность работы отдельных комитетов и качество раскрытия нефинансовой информации, анализ которых может существенно дополнить понимание институциональных механизмов формирования результативности.

Вместе с тем полученные результаты позволяют сделать ряд обоснованных выводов. Государственный контроль и качество корпоративного управления представляют два различимых канала влияния на операционную результативность российских публичных компаний. Эффект государственного участия частично опосредован институциональным каналом: недостаточная независимость совета директоров ограничивает качество контроля и подотчётности менеджмента. Разрыв в уровне независимости советов директоров между государственными и частными компаниями носит системный характер, не сокращается во времени и наиболее выражен в регулируемых отраслях. Укрепление независимости совета директоров и формирование публичного мандата государства как собственника рассматриваются как приоритетные институциональные меры, способные сократить выявленный разрыв в результативности.

Литература

1. Абрамов А. Е., Першин А. А., Чернова М. И. Подходы к измерению государственного сектора и оценке его эффективности // Финансовый журнал. 2023. № 2 (15). С. 27–46.

2. Кузнецов П., Муравьев А. Структура акционерного капитала и результаты деятельности фирм в России // Экономический журнал ВШЭ. 2000. № 4 (4). С. 475–504.

3. Радыгин А. Государственная компания: сфера проявления «провалов государства» или «провалов рынка» // Вопросы экономики. 2015. (1). С. 45–79.

4. Черкасова В. А. Влияние государственного участия в акционерном капитале на эффективность компаний на развивающихся рынках капитала // Корпоративные Финансы. 2014. № 4 (8). С. 112–129.

5. Djankov S., Murrell P. Enterprise Restructuring in Transition: A Quantitative Survey // Journal of Economic Literature. 2002. № 3 (40). С. 739–792.

6. Ложников А.А. Влияние государственного участия в капитале российских публичных компаний на их операционно-финансовую результативность // Общество: политика, экономика, право. 2026 № 3 С. [журнал в печати].

7. Megginson W. L., Netter J. M. From State to Market: A Survey of Empirical Studies on Privatization // Journal of Economic Literature. 2001. № 2 (39). С. 321–389.

8. Musacchio A., Lazzarini S. G., Aguilera R. V. New Varieties of State Capitalism: Strategic and Governance Implications // Academy of Management Perspectives. 2015. № 1 (29). С. 115–131.

9. Shleifer A. State versus Private Ownership // Journal of Economic Perspectives. 1998. № 4 (12). С. 133–150.

10. Индексы размера государственного сектора ИПЭИ РАНХиГС : аналитические материалы. — URL: aea.ru/kgy.html (дата обращения: 05.01.2026).

11. СПАРК-Интерфакс : информационная система. — URL: spark-interfax.ru (дата обращения: 05.01.2026).

12. OECD Guidelines on Corporate Governance of State-Owned Enterprises. OECD Publishing, Paris, 2015.

The Impact of Corporate Governance on the Operational-Financial Performance of Russian State-Owned Enterprises

Lozhnikov A.A.
RANEPA

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This paper examines the impact of corporate governance, specifically board independence, on the operational-financial performance of Russian state-owned public companies. Using panel data for 20 firms in the oil and gas, telecommunications, and heat energy sectors over 2009–2024, a fixed-effects regression model with period and industry controls is estimated. The dependent variable is the ratio of adjusted OIBDA to assets. The share of independent directors is found to be statistically significant and positively associated with operational-financial performance. At the same time, state-owned enterprises exhibit lower performance levels. Analysis of corporate governance practices reveals a systemic gap: the average share of independent directors in state-owned companies is 13% compared to 26% in private firms, with none of the state-owned companies meeting the OECD minimum benchmark of 33%. The gap is widening over time — from less than 1 percentage point in 2009 to 19 percentage points by 2024. The findings suggest that performance differences between state-owned and private companies are largely attributable not to state ownership per se, but to the accompanying corporate governance characteristics. Strengthening board independence is considered a fundamental institutional step that lays the groundwork for subsequent systemic improvements in corporate governance and operational-financial performance of state-owned enterprises.

Keywords: State-owned enterprises, corporate governance, board independence, operational-financial performance, OIBDA, Russian public companies.

References

1. Abramov A. E., Pershin A. A., Chernova M. I. Approaches to Measuring the Public Sector and Assessing Its Effectiveness // Financial Journal. 2023. No. 2 (15). P. 27–46.

2. Kuznetsov P., Muravyov A. Shareholder Capital Structure and Firm Performance in Russia // HSE Economic Journal. 2000. No. 4 (4). P. 475–504.

3. Radygin A. State-Owned Company: The Sphere of Manifestation of “State Failures” or “Market Failures” // Voprosy Ekonomiki. 2015. (1). P. 45–79.

4. Cherkasova V. A. The Impact of State Participation in Share Capital on Company Performance in Emerging Capital Markets // Corporate Finance. 2014. No. 4 (8). P. 112–129.

5. Djankov S., Murrell P. Enterprise Restructuring in Transition: A Quantitative Survey // Journal of Economic Literature. 2002. No. 3 (40). P. 739–792.

6. Lozhnikov A.A. The Impact of State Participation in the Capital of Russian Public Companies on Their Operational and Financial Performance // Society: Politics, Economics, Law. 2026. No. 3 P. [journal in print].

7. Megginson W.L., Netter J.M. From State to Market: A Survey of Empirical Studies on Privatization // Journal of Economic Literature. 2001. No. 2 (39). P. 321–389.

8. Musacchio A., Lazzarini S. G., Aguilera R. V. New Varieties of State Capitalism: Strategic and Governance Implications // Academy of Management Perspectives. 2015. No. 1 (29). Pp. 115–131.

9. Shleifer A. State versus Private Ownership // Journal of Economic Perspectives. 1998. No. 4 (12). Pp. 133–150.

10. Indices of the Size of the Public Sector of the IPEI RANEPA: Analytical Materials. — URL: aea.ru/kgy.html (date of access: 05.01.2026).

11. SPARK-Interfax: information system. — URL: spark-interfax.ru (date of access: 05.01.2026).

12. OECD Guidelines on Corporate Governance of State-Owned Enterprises. OECD Publishing, Paris, 2015.

Влияние эмоционального маркетинга на потребительский выбор упаковки кормов для домашних питомцев

Лунева Елена Александровна
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, lunevaea@omsu.ru

В статье рассматривается механизм формирования отношения к бренду через эмоциональное восприятие упаковки в категории кормов для домашних животных. Актуальность исследования обусловлена ростом значимости эмоциональных факторов в принятии потребительских решений на рынках товаров повседневного спроса (FMCG), где функциональная дифференциация продуктов минимальна, а упаковка становится ключевым каналом коммуникации с потребителем. Целью исследования является разработка модели формирования отношения к бренду на основе эмоционального воздействия упаковки. В работе интегрируются подходы эмоционального и сенсорного маркетинга, теории потребительского поведения. Эмпирическая база представлена результатами качественного исследования, проведенного среди владельцев домашних животных. Результаты исследования показывают, что декларируемые рациональные критерии выбора (состав, полезность, здоровье питомца) не являются определяющими, тогда как фактическое поведение потребителей формируется под воздействием эмоциональных факторов, связанных с заботой о питомце и визуальным восприятием упаковки. Установлено, что минималистичный и «премиальный» дизайн упаковки формирует устойчивые ассоциации с качеством продукта и напрямую влияет на принятие решения о покупке.

Ключевые слова: эмоциональный маркетинг, упаковка, бренд, поведение потребителей, эмоциональное восприятие.

Современные рынки потребительских товаров характеризуются высокой степенью насыщенности и низкой дифференциацией продуктов по функциональным характеристикам. В этих условиях ключевым фактором конкурентоспособности становится не столько сам продукт, сколько восприятие бренда потребителем.

Особенно ярко данная тенденция проявляется на рынке кормов для домашних животных, где рациональные критерии выбора (состав, цена, назначение) дополняются и зачастую замещаются эмоциональными факторами – заботой о питомце, чувством ответственности, привязанностью и стремлением обеспечить «лучшее». Упаковка выступает одним из ключевых каналов коммуникации бренда с потребителем в точке продаж. В условиях самообслуживания она фактически выполняет функции продавца, формируя первое впечатление, вызывая эмоции и влияя на принятие решения о покупке.

Несмотря на растущий интерес к эмоциональному маркетингу, недостаточно разработаны прикладные модели, объясняющие механизм формирования отношения к бренду через дизайн упаковки, особенно в сегменте кормов для домашних животных. Это обусловливает актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – разработка модели формирования отношения к бренду кормов для домашних животных через эмоциональное восприятие упаковки.

В маркетинге эмоции рассматриваются не как вспомогательный, а как системообразующий фактор потребительского поведения, определяющий восприятие бренда, формирование предпочтений и выбор товара. Такой подход связан с переходом от классической рациональной модели потребителя к поведенческой, в рамках которой решение о покупке трактуется как результат взаимодействия когнитивных и аффективных процессов. В частности, в современных моделях поведения потребителя подчеркивается, что оценка продукта формируется не только через анализ его характеристик, но и через эмоциональные реакции, возникающие в момент контакта с брендом, включая визуальные стимулы, такие как упаковка.

Под эмоциональным маркетингом понимается стратегия, нацеленная на установление эмоциональной связи между брендом и его целевой аудиторией через удовлетворение их эмоциональных потребностей. Это комплекс маркетинговых инструментов, направленных на создание эмоционального диалога с потребителем, в результате которого продукт или бренд начинает ассоциироваться с определенными чувствами – любовью, заботой, доверием, радостью или чувством принадлежности. Иными словами, задача эмоционального маркетинга – сделать бренд не просто средством удовлетворения функциональной потребности, а частью эмоционального мира потребителя. Это особенно актуально для рынков, где функциональные различия между продуктами минимальны, а эмоции становятся главным фактором выбора.

Актуальность эмоционального подхода подтверждают современные российские исследования. Так, Е. С. Другова и А. Р. Густомесова доказывают, что эмоциональный маркетинг формирует позитивное восприятие бренда через психологические механизмы воздействия и требует интеграции во все аспекты деятельности бизнеса [6].

Особое значение эмоции приобретают в категориях, связанных с заботой и ответственностью, к которым относится рынок товаров для домашних животных. В данном случае потребитель принимает решение не только как рациональный покупатель, но и как «опекун», проецируя на продукт собственные ценности и отношение к питомцу. Это приводит к доминированию таких эмоциональных драйверов, как забота, любовь и ответственность. Исследования последних лет подтверждают, что владельцы домашних животных склонны антропоморфизировать своих питомцев, воспринимая их как членов семьи, что усиливает роль эмоциональных факторов в выборе товаров [9,10]. Дополнительным аргументом в пользу доминирования эмоций является специфика поведения потребителя в точке продаж. Согласно исследованиям, значительная доля решений в категории FMCG принимается непосредственно у полки, где у потребителя отсутствует возможность глубокого анализа информации. В этих условиях ключевым фактором становится визуальное восприятие упаковки, способной за несколько секунд вызвать определенную эмоциональную реакцию и сформировать первичное отношение к бренду. Таким образом, упаковка выступает не только носителем информации, но и инструментом эмоционального воздействия.

Таким образом, в контексте маркетинга эмоции выполняют три ключевые роли: они упрощают процесс выбора, формируют ассоциативное поле бренда и усиливают вовлеченность потребителя.

Современные исследования также интегрируют поведенческие подходы, в частности концепцию двойственного процесса, согласно которой в условиях ограниченного времени и внимания доминирует быстрая, интуитивная система принятия решений [7]. Для маркетинга это означает, что в точке продаж ключевую роль играют не детализированные характеристики продукта, а простые и быстро считываемые сигналы – цвет, форма, образы, композиция. Эти элементы напрямую воздействуют на эмоциональное восприятие и, следовательно, на отношение к бренду. В последние годы данная позиция получила развитие в рамках сенсорного маркетинга и визуального маркетинга, где подчеркивается, что визуальные стимулы способны формировать не только эмоции, но и восприятие качества продукта. Например, минималистичный дизайн и «премиальная» цветовая гамма ассоциируются с более высоким качеством, даже при отсутствии объективных различий. Это особенно актуально для упаковки кормов для домашних животных, где потребитель не может непосредственно оценить продукт до покупки и вынужден опираться на косвенные сигналы.

Таким образом, в маркетинговом контексте формирование отношения к бренду следует рассматривать как процесс, в котором эмоциональные реакции, вызванные визуальными и символическими элементами, играют первичную роль, а когнитивные оценки выступают механизмом их рационализации. Это особенно характерно для категорий с высоким уровнем вовлеченности на эмоциональном уровне, таких как товары для домашних животных, где решение о покупке определяется не только характеристиками продукта, но и его способностью символизировать заботу и ответственность.

Согласно исследованиям в области визуального маркетинга, упаковка выступает ключевым носителем визуальных сигналов, которые интерпретируются потребителем в терминах качества, надежности и соответствия ожиданиям. При этом важно подчеркнуть, что данные сигналы не требуют осознанной обработки: потребитель «считывает» их автоматически, опираясь на ранее сформированные ассоциации. Например, использование минималистичного дизайна, ограниченной цветовой палитры и строгой композиции устойчиво ассоциируется с премиальностью продукта, тогда как избыточная графика и яркие цвета могут восприниматься как признак массового сегмента или низкого качества Данный эффект подтверждается эмпирическими исследованиями, показывающими, что визуальные характеристики упаковки способны напрямую влиять на воспринимаемое качество продукта, даже при отсутствии объективных различий [12]. Это объясняется тем, что упаковка выступает в роли «сигнала» в условиях информационной асимметрии: потребитель не может оценить продукт до покупки и вынужден опираться на внешние признаки. Таким образом, упаковка становится инструментом редукции неопределенности, а ее визуальные характеристики – маркерами качества. Особое значение данный механизм приобретает на рынке кормов для домашних животных. В отличие от продуктов для личного потребления, здесь возникает дополнительный уровень неопределенности: потребитель не может напрямую оценить вкусовые или функциональные свойства продукта, а также ориентируется на благополучие другого субъекта — животного. Это усиливает значимость косвенных сигналов, включая упаковку, бренд и репутацию. В результате визуальные и эмоциональные характеристики упаковки начинают выполнять функцию «доказательства» качества, заменяя собой объективные критерии.

Современные исследования также подчеркивают роль эмоционального дизайна упаковки. В рамках концепции эмоционального дизайна предполагается, что визуальные элементы способны вызывать специфические эмоциональные реакции, которые затем трансформируются в отношение к продукту и бренду. При этом эмоции выступают не просто реакцией на стимул, а механизмом интерпретации: через эмоции потребитель «понимает», подходит ли ему продукт и соответствует ли он его ценностям.

Для категории товаров для домашних животных ключевым является формирование эмоций, связанных с заботой и привязанностью. Исследования показывают, что владельцы домашних животных склонны воспринимать продукты через призму их влияния на благополучие питомца, а не через собственную выгоду [10]. Это означает, что упаковка должна не просто информировать, а транслировать определенный смысл – «этот продукт отражает вашу заботу о животном». В противном случае даже объективно качественный продукт может не быть выбран.

Таким образом, современный научный дискурс сходится в том, что упаковка является ключевым элементом формирования отношения к бренду, особенно в условиях высокой конкуренции и низкой дифференциации продуктов. Ее влияние реализуется через визуальные сигналы, ассоциации и эмоции, которые формируют первичное восприятие и задают рамку для последующей оценки.

Для проверки теоретических положений и выявления специфики формирования отношения к бренду кормов для домашних животных было проведено качественное маркетинговое исследование с использованием метода фокус-групп. Выбор качественной методологии обусловлен необходимостью глубинного анализа мотиваций, ассоциаций и эмоциональных реакций потребителей, которые не могут быть в полной мере зафиксированы количественными методами. Исследование проводилось в феврале 2026 года.

В исследовании приняли участие 60 респондентов – владельцев кошек и собак в возрасте от 18 до 55 лет. Выборка была структурирована по принципу различий в стиле потребления (рационе питания самих респондентов), что позволило проверить гипотезу о переносе потребительских установок на выбор корма для питомца. Были выделены три группы: ориентированные на вкус, на внешний вид (фигуру) и на здоровье. Такая сегментация позволила сопоставить декларируемые ценности и фактическое поведение. Было проведено 12 фокус-групп 6 – для владельцев кошек и 6 – для владельцев собак, по 5 человек в каждой группе.

Для повышения надежности данных использовались: вербальные ответы респондентов; ассоциативные реакции на упаковки; выбор предпочтительных визуальных стимулов; анализ несоответствия деклараций и поведения.

Ограничения исследования связаны с качественным характером выборки и невозможностью статистической генерализации результатов, однако полученные данные обладают интерпретационной ценностью для построения теоретической модели.

Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе респонденты обсуждали критерии выбора корма, предпочтения по брендам и отношение к различным характеристикам продукта. На втором этапе им предлагались визуальные стимулы – варианты упаковок, названий и ассортиментных решений, – с целью выявления эмоциональных реакций и ассоциаций.

Среди всех представленных кормов для домашних животных, был выбран сегмент сухих кормов ввиду его «популярности» среди хозяев домашних питомцев.

Принципиально важным является то, что при проведении исследования фиксировались не только вербальные ответы, но и их интерпретация с точки зрения расхождения между декларируемыми и реальными мотивами. Такой подход соответствует современной практике исследования потребительских инсайтов, где особое внимание уделяется латентным (неосознаваемым) факторам поведения.

Выборка участников в фокус группы состоялась с учетом возможности подтверждения или опровержения гипотезы: «Хозяева выбирают корма для своих питомцев исходя из своего собственного рациона питания».

Вследствие чего были выделены 3 группы по рационам питания:

1. «Всеядность» (ценность – вкус). Покупатели кормов (18–55 лет), с доходом средним и ниже среднего, не следящие за полезностью и сбалансированностью своего рациона питания, редко или вообще не занимаются спортом.

2. «Избирательное питание» (ценность – фигура/внешний вид). Покупатели кормов (18–55 лет), с доходом средним и выше среднего, следящие за полезностью и сбалансированностью рациона питания (в частности, чрезмерное количество калорий – для роста мышечной массы, нормальное количество калорий – для поддержания фигуры в тонусе, малое количество калорий – для похудения/поддержания фигуры при проблемах с метаболизмом), часто или умеренно занимаются спортом/физическими упражнениями.

3. «Избирательное питание» (ценность – здоровье). Покупатели кормов (18-55лет), с доходом средним и выше, тщательно следящие за полезностью и сбалансированностью рациона питания (в частности, страдающие различными заболеваниями и любители правильного питания), редко или умеренно занимаются спортом.

В ходе первого раунда фокус-групп участникам предлагалось порассуждать на тему нескольких вопросов:

1. Какие корма обычно покупают респонденты и описать конкретные товары.

2. Какие критерии являются определяющими при выборе корма и обосновать свой ответ

3. Имеет ли значение «специализация корма» и насколько данный фактор учитывается в процессе покупки товара.

По результатам первого раунда были получены результаты, опровергающие, выдвинутую ранее гипотезу.

Во всех группах, несмотря на рацион питания и образ жизни самого респондента, были выдвинуты одни и те же приоритеты «здоровье питомца», «полезность», «полезный состав». При этом респонденты не

могли ответить на детализирующие вопросы, касательно «полезных свойств» выбираемых ими кормов и не знали состав того, что они покупают. Главной причиной покупки «полезных кормов» респонденты отмечали «любовь к своему домашнему питомцу» и «желание дать все самое лучшее». По этим причинам практически все респонденты отметили, что покупают именно корма премиум-класса и хорошо зарекомендовавший себя бренд оказывает влияние на конечный выбор товара.

Владельцы кошек также серьезно относятся к «специализации» корма и тщательно подбирают под своего питомца в зависимости от его особенностей, при этом пол питомца при выборе корма значения не имеет.

В ходе второго раунда фокус-групп участникам предлагалось выполнить несколько заданий:

1. Выбрать среди представленных упаковок кормов, те, что нравятся/хотели бы купить с таким дизайном и объяснить почему, рассказать о своих ассоциациях при взгляде на конкретную упаковку.

2. Рассказать о своих ассоциациях по каждому названию, выбрать одно понравившееся и объяснить свой выбор.

3. Выбрать вкусы корма из предложенного списка, добавить или убрать конкретные, объяснить почему был сделан такой выбор. Стоит также заметить, что несмотря на полученные в предыдущем раунде фокус-групп ответы, выделяющие «полезность» как одну из ключевых факторов при выборе продукта, лидером среди всех представленных упаковок оказался именно «премиальный вариант», что говорит о достаточно сильной значимости «дорого вида» на восприятие качества корма в умах потребителей. Из представленных линеек вкусов респонденты предпочли все линейки. Широкий ассортимент вкусов корма оказался достаточно важным фактором для респондентов. На вопрос о добавлении каких-либо необычных вкусов большинство респондентов ответили отрицательно, основными причинами отказа от редких вкусов оказались личный опыт («купил… он не стал есть») или недоверие к новинкам, не позволяющее рисковать здоровьем своего домашнего питомца.

Анализ результатов показал, что заявленные респондентами рациональные критерии выбора - «полезность», «состав», «здоровье» - не подкрепляются конкретными знаниями. Участники исследования не могли детализировать, какие именно компоненты делают корм полезным, и не ориентировались в его составе. Это свидетельствует о том, что рациональные аргументы выполняют функцию социально желаемого ответа, тогда как фактическое решение определяется другими факторами. В связи с этим возникает необходимость структурировать выявленные противоречия между заявленными и реальными критериями выбора. В таблице 1 представлена систематизация выявленных различий между декларируемыми и фактическими критериями выбора корма, отражающая степень расхождения рациональных установок и поведенческих практик потребителей.

Таблица 1
Декларируемые и фактические критерии выбора корма

Критерий	Декларируется респондентами	Фактическое проявление	Интерпретация
Полезность	Да (все группы)	Не могут объяснить состав	Рационализация выбора
Здоровье питомца	Да	Связано с брендом, а не составом	Эмоциональный перенос
Цена	Умеренно	Не ключевой фактор	Вторичный критерий
Бренд	Да	Выбор известных марок	Доверие как эмоция
Упаковка	Частично	Сильно влияет	Неосознаваемый фактор

Полученные данные подтверждают наличие устойчивого феномена когнитивной рационализации, при котором потребители постфактум объясняют эмоционально обусловленный выбор рациональными аргументами. Это соответствует современным моделям поведенческого маркетинга, согласно которым когнитивные оценки часто выполняют функцию оправдания уже принятого эмоционального решения.

Дальнейший этап исследования был направлен на выявление влияния визуальных характеристик упаковки на восприятие качества продукта. Респондентам были представлены различные варианты упаковок, различающиеся по цветовой гамме, композиции и стилю визуализации. Полученные реакции позволили выделить устойчивые закономерности восприятия визуальных элементов бренда.

Ключевым мотивом, выявленным во всех группах, стала любовь к питомцу и желание «дать ему лучшее». Данный мотив носит ярко выраженный эмоциональный характер и не зависит от социально-демографических характеристик или стиля потребления респондента. Это позволяет сделать вывод о том, что в рассматриваемой категории товаров формируется специфическая логика выбора: продукт оценивается не сам по себе, а как средство выражения отношения к животному.

Визуальный анализ упаковок подтвердил доминирование эмоциональных факторов. Наибольшее предпочтение получили варианты, обладающие следующими характеристиками: минимализм, сдержанность, «дорогой» внешний вид. Эти характеристики интерпретировались респондентами как признаки высокого качества продукта, несмотря на отсутствие информации о его составе. Таким образом, происходит перенос восприятия формы (упаковки) на содержание (продукт), что соответствует теории сигналов в маркетинге.

Напротив, упаковки с яркими цветами и мультяшной графикой вызывали недоверие и ассоциировались с низким качеством. Это особенно показательно, поскольку такие элементы объективно не связаны с характеристиками продукта, но оказывают существенное влияние на его восприятие. Следовательно, эмоциональная реакция на визуальный стимул напрямую определяет отношение к бренду. Результаты оценки визуальных характеристик упаковки и их влияния на восприятие качества представлены в Таблице 2.

Таблица 2
Влияние характеристик упаковки на восприятие

Визуальные характеристики упаковки	Реакция респондентов	Интерпретация
Минимализм	Положительная	Ассоциация с премиальностью
Темные/сдержанные цвета	Положительная	«Дорогой продукт»
Реалистичные изображения животных	Положительная	Доверие
Яркие цвета	Отрицательная	Ассоциация с низким качеством
Мультяшные изображения	Отрицательная	Недоверие
Перегруженность текстом	Отрицательная	Сложность восприятия

Анализ показывает, что визуальные характеристики упаковки функционируют как сигнальные маркеры качества, формируя у потребителя устойчивые ассоциации между эстетикой дизайна и уровнем продукта. Особенно значимым является эффект «премиальности визуального кода», при котором минималистичный дизайн интерпретируется как индикатор высокого качества независимо от объективных характеристик продукта.

Дополнительный интерес представляет реакция на названия брендов. Наиболее положительные оценки получили названия, апеллирующие к эмоциям (любовь, забота), тогда как нейтральные или абстрактные варианты не вызывали отклика.

Особое значение в рамках исследования приобрел анализ эмоциональных реакций респондентов на различные стимулы упаковки, поскольку именно эмоциональный компонент выступает медиатором между визуальным восприятием и формированием отношения к бренду. Эмоциональные реакции респондентов и их влияние на поведенческие намерения систематизированы в Таблице 3.

Таблица 3
Эмоциональные реакции и их влияние на выбор

Эмоция	Элемент упаковки	Поведенческий эффект
Забота	Образ животного, текст	Выбор продукта
Любовь	Название, сообщение	Лояльность
Доверие	Дизайн, минимализм	Снижение риска
Тревога	Неясный дизайн	Отказ от покупки
Гордость («даю лучшее»)	Премиальный вид	Выбор более дорогого продукта

Это подтверждает гипотезу о том, что в данной категории товаров бренд должен транслировать не функциональные преимущества, а эмоциональную ценность.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что процесс выбора корма для домашних животных представляет собой не рациональное сопоставление характеристик, а эмоционально опосредованное решение, в котором упаковка играет ключевую роль как источник первичного впечатления и интерпретации качества. На основе теоретического анализа и результатов эмпирического исследования предлагается модель формирования отношения к бренду, в которой упаковка выступает центральным элементом.

Первым этапом является восприятие визуального стимула – упаковки. В этот момент потребитель обрабатывает такие характеристики, как цвет, композиция, изображения и стиль оформления. Данный процесс происходит быстро и не требует осознанных усилий.

Следующим этапом является формирование эмоциональной реакции. В зависимости от визуальных характеристик упаковки возникают эмоции, такие как доверие, симпатия, ощущение качества или, наоборот, недоверие. В категории кормов для животных ключевыми являются эмоции заботы и любви, которые активируются при соответствующем визуальном и смысловом оформлении.

Далее происходит ассоциативное связывание: продукт начинает восприниматься как средство реализации этих эмоций («этот корм – способ позаботиться о питомце»). На этом этапе формируется смысловое значение бренда.

На основе этих ассоциаций формируется восприятие качества продукта. Важно подчеркнуть, что качество в данном случае носит субъективный характер и определяется не объективными характеристиками, а интерпретацией визуальных и эмоциональных сигналов.

Заключительным этапом является формирование отношения к бренду и принятие решения о покупке. При этом рациональные аргументы могут использоваться для обоснования выбора, но не являются его первопричиной.

Вывод

Проведенное исследование показало, что процесс выбора кормов для домашних животных представляет собой не столько рациональную оценку характеристик продукта, сколько эмоционально опосредованное решение. Декларируемые респондентами критерии – «полезность», «здоровье питомца», «качественный состав» – не подкрепляются реальными знаниями, а выполняют функцию социально одобряемой рационализации. Фактическим драйвером выступает эмоциональная привязанность к питомцу, проявляющаяся в желании «дать лучшее». Установлено, что упаковка играет ключевую роль в формировании отношения к бренду, выступая не просто носителем информации, а источником первичного эмоционального впечатления. Визуальные характеристики – минимализм, сдержанная цветовая гамма, «премиальный» внешний вид – напрямую влияют на восприятие качества продукта, формируя устойчивые ассоциации с надежностью и заботой. Респонденты последовательно выбирали лаконичные упаковки, интерпретируя их как маркер высокого качества, тогда как яркие и мультяшные варианты вызывали недоверие. На основе теоретического анализа и эмпирических данных предложена модель формирования отношения к бренду, в которой ключевым звеном выступает эмоциональная реакция на упаковку. Эта модель включает последовательные этапы: восприятие визуального стимула → эмоциональная реакция (забота, доверие, гордость) → ассоциативное связывание (продукт как средство проявления любви) → субъективное восприятие качества → отношение к бренду → поведенческие намерения (покупка, лояльность). Для рынка кормов для домашних животных характерна высокая значимость именно символического значения продукта как проявления заботы о питомце

С практической точки зрения результаты исследования означают, что брендам, работающим в сегменте кормов для домашних животных, целесообразно сместить акцент с рациональных аргументов (состав, витамины) на эмоциональные – через дизайн упаковки, транслирующий заботу, премиальность и доверие.

Перспективы дальнейших исследований связаны с количественной оценкой выявленных закономерностей (например, измерением готовности платить премию за определенные типы дизайна).

Литература

1. Сетиаван А., Котлер Ф., Картаджайя Х. Маркетинг 3.0: от продуктов к потребителям и далее – к человеческой душе. – М.: Эксмо, 2011. – 240 с.
2. Шмитт Б. Эмпирический маркетинг. Как заставить клиента чувствовать, думать, действовать. – Фаир-Пресс, 2001.
3. Gobe M. Emotional Branding : The New Paradigm for Connecting Brands to People. – New York: Allworth Press, 2001.
4. Роберте К. Lovemarks. Бренды будущего. М. : Рипол Классик, 2005. – 224 с
5. Consoli D. A new concept of marketing: The emotional marketing //BRAND. Broad Research in Accounting, Negotiation, and Distribution. – 2010. – Т. 1. – №. 1. – P. 52-59.
6. Другова Е.С., Густомесова А.Р. Стратегии эмоционального маркетинга в современном бизнесе // Медиаисследования: культура, искусство, коммуникация : материалы II Международного российско-монгольского форума. – Иркутск : Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2025. –С. 103–110.
7. Канеман Д. Думай медленно... решай быстро. – М.: АСТ, 2023. – 704 с.
8. Келлер К. Л. Стратегический бренд-менеджмент: создание, оценка и управление марочным капиталом. – М.: Вильямс, 2005. — 704 с
9. Barcelos A. M. et al. Potential psychosocial explanations for the impact of pet ownership on human well-being: Evaluating and expanding current hypotheses //Human-Animal Interactions. – 2023. – №. 2023.
10. Apaolaza V., Hartmann P., Paredes M. R., Trujillo A., D'Souza C. What Motivates Consumers to Buy Fashion Pet Clothing? The Role of Attachment, Pet Anthropomorphism, and Self-Expansion // Journal of Business Research. –2022. – Vol. 141. – P. 367–379
11. Мишура Л.Г., Кан Д.Р. Влияние эмоционального маркетинга на капитал бренда // Экономика и предпринимательство. – 2026. – № 2 (187). –С. 774–777.
12. Orth U. R., Malkewitz K. Holistic Package Design and Consumer Brand Impressions // Journal of Marketing. –2008. – Vol. 72, № 3. – P. 64–81

The influence of emotional marketing on consumer choice of pet food packaging

Luneva E.A.

F. M. Dostoevsky Omsk State University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines the mechanism of brand attitude formation through emotional perception of packaging in the pet food category. The relevance of the study is driven by the growing importance of emotional factors in consumer decision-making within fast-moving consumer goods (FMCG) markets, where functional product differentiation is minimal and packaging becomes a key communication channel with the consumer. The aim of the study is to develop a model of brand attitude formation based on the emotional impact of packaging. The work integrates approaches from emotional marketing, sensory marketing, and consumer behavior theory. The empirical basis consists of the results of a qualitative study conducted among pet owners. The findings indicate that declared rational choice criteria (ingredients, health benefits, pet wellness) are not decisive, whereas actual consumer behavior is shaped under the influence of emotional factors related to pet care and visual perception of packaging. It was established that minimalist and "premium" packaging design forms stable associations with product quality and directly influences purchase decisions.

Keywords: emotional marketing, packaging, brand, consumer behavior, emotional perception.

References

1. Setiawan A., Kotler P., Kartajaya H. Marketing 3.0: From Products to Consumers and Beyond – to the Human Soul. – Moscow: Eksmo, 2011. – 240 p.
2. Schmitt B. Experiential Marketing: How to Get Customers to Sense, Feel, Think, Act, and Relate. – Fair-Press, 2001.
3. Gobe M. Emotional Branding: The New Paradigm for Connecting Brands to People. – New York: Allworth Press, 2001.
4. Roberts K. Lovemarks: The Future Beyond Brands. – Moscow: Ripol Classic, 2005. – 224 p.
5. Consoli D. A new concept of marketing: The emotional marketing // BRAND. Broad Research in Accounting, Negotiation, and Distribution. – 2010. – Vol. 1, No. 1. – P. 52-59.
6. Drugova E.S., Gustomesova A.R. Strategies of emotional marketing in modern business // Media Studies: Culture, Art, Communication: Proceedings of the II International Russian-Mongolian Forum. – Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University, 2025. – P. 103–110.
7. Kahneman D. Thinking, Fast and Slow. – Moscow: AST, 2023. – 704 p.
8. Keller K.L. Strategic Brand Management: Building, Measuring, and Managing Brand Equity. – Moscow: Williams, 2005. – 704 p.
9. Barcelos A.M. et al. Potential psychosocial explanations for the impact of pet ownership on human well-being: Evaluating and expanding current hypotheses // Human-Animal Interactions. – 2023. – No. 2023.
10. Apaolaza V., Hartmann P., Paredes M.R., Trujillo A., D'Souza C. What Motivates Consumers to Buy Fashion Pet Clothing? The Role of Attachment, Pet Anthropomorphism, and Self-Expansion // Journal of Business Research. – 2022. – Vol. 141. – P. 367–379.
11. Mishura L.G., Kan D.R. The influence of emotional marketing on brand equity // Economics and Entrepreneurship. – 2026. – No. 2 (187). – P. 774–777.
12. Orth U.R., Malkewitz K. Holistic Package Design and Consumer Brand Impressions // Journal of Marketing. – 2008. – Vol. 72, No. 3. – P. 64–81.

Управление клиентским опытом в стоматологической клинике на основе фреймворка «Силы клиентского опыта»

Лунева Елена Александровна
кандидат экономических наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга, Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского, lunevaea@omsu.ru

В статье рассматривается подход к совершенствованию клиентского опыта в частной стоматологической клинике на основе фреймворка «Шесть сил клиентского опыта» компании Ipsos. Проведено эмпирическое исследование, включающее количественные (анкетирование) и качественные (глубинные интервью, юзабилити-тестирование сайта) методы. Для каждой из шести сил (Справедливое отношение, Контроль, Уверенность, Статус, Принадлежность, Удовольствие) предложены универсальные и конкретные мероприятия по улучшению. Разработана трехуровневая система мониторинга клиентского опыта. Практическая значимость заключается в возможности масштабирования предложенного подхода на другие медицинские организации.
Ключевые слова: клиентский опыт, управление клиентским опытом, удовлетворенность пациентов, путь клиента.

В условиях цифровой трансформации рынков, усиления конкуренции и роста потребительских ожиданий клиентский опыт (Customer Experience, CX) превратился в ключевой фактор дифференциации и устойчивого конкурентного преимущества. Эта тенденция особенно ярко проявляется в сфере услуг, включая стоматологию: сегодня недостаточно просто оказывать медицинские услуги высокого качества - формирование положительного, запоминающегося и эмоционально окрашенного опыта взаимодействия на всех этапах пути пациента становится необходимым условием для удержания клиентов и их лояльности. Цель настоящей статьи - на основе оценки опыта клиентов стоматологической клиники обосновать методику совершенствования управления клиентским опытом с применением фреймворка «Силы клиентского опыта» (Forces of CX) компании Ipsos и интегрированной системы показателей оценки и мониторинга.

В современном маркетинговом дискурсе клиентский опыт (customer experience, CX) понимается как многомерная конструкция, отражающая совокупность восприятий, эмоций и когнитивных оценок, возникающих у клиента на протяжении всего цикла взаимодействия с организацией [1]. Л. Карбоне и С. Хаекель понимали под потребительским опытом впечатление, сформированное при взаимодействии потребителя с сервисом, продуктом и компанией, которое клиент «заберет с собой» [2] .

Согласно определению К.Н. Лемон и П.К. Верхофа, клиентский опыт представляет собой «многомерную конструкцию, которая фокусируется на когнитивной, поведенческой, социальной, эмоциональной и сенсорной реакции потребителя на предложения фирмы на протяжении всего пути принятия решения потребителем» [3].

Управление клиентским опытом (customer experience management, CEM) трактуется как «процесс стратегического управления опытом взаимодействия клиента и компании, связанным с продуктом или брендом, это совокупность процессов, методов и технологий, ориентированных на управление впечатлениями, которые клиент получает в процессе взаимодействия с компанией [1].

Применительно к медицинским услугам, в том числе стоматологическим, концепция клиентского опыта приобретает особое значение. Исследователи отмечают, что клиническая эффективность сегодня воспринимается пациентами как базовая норма, тогда как решающим фактором при выборе клиники становится качество взаимодействия и удобство обслуживания [4, 5].

В современной российской практике управления клиентским опытом особое значение приобретают методологии, основанные на системном анализе маршрута пациента и эмоциональных драйверов. Ключевым инструментом повышения эффективности управления клиентским путем становится внедрение CRM-систем, позволяющих синхронизировать данные по всем точкам контакта [4]. Комплексная автоматизация процессов (от записи до постобслуживания) обеспечивает не только операционный комфорт, но и формирует базу для персонализированного взаимодействия, что напрямую коррелирует с ростом показателей лояльности.

Важной особенностью управления клиентским опытом в здравоохранении является необходимость различать клинические и организационные проблемы пациента. Исследования показывают, что использование открытых отзывов - в сочетании с машинным анализом и методами нечеткой логики - позволяет не только выявлять неудовлетворенность, но и точно идентифицировать ее источник [5].

В современной практике выделяется несколько фреймворков, структурирующих управление клиентским опытом:

Forrester CX Index - оценивает качество клиентского опыта в трех измерениях: эффективность (effectiveness), легкость (ease) и эмоция (emotion). Данная модель показывает, как качество взаимодействия с брендом влияет на лояльность клиентов, их готовность продолжать пользоваться услугами, рекомендовать компанию и увеличивать покупки [6].

Gartner Five Levels of CX Maturity - модель пяти уровней зрелости управления клиентским опытом: от разрозненных усилий в отдельных подразделениях (уровень 1) до полностью сформированной клиентоцентричной культуры, влияющей на ежедневные решения сотрудников на всех уровнях (уровень 5). Согласно исследованиям Gartner, 88 % организаций находятся на уровнях 1–3, и лишь 3% достигают пятого уровня [7].

Модели пути клиента. Одной из наиболее популярной является модель, предложенная консультантами McKinsey в 2009 году (McKinsey

Consumer Decision Journey, CDJ), как альтернатива линейной воронке продаж. Модель описывает принятие решений потребителем как циклический процесс, включающий фазы первоначального рассмотрения, активного изучения, момента покупки и постпокупочного опыта, с возможным возникновением «петли лояльности» при положительном опыте [6]. В дальнейшем данная модель была расширена с учетом цифровой среды, современные модели учитывают нелинейный характер принятия решений, когда потребитель может циклически возвращаться между этапами исследования и оценки [8].

Силы клиентского опыта» (Forces of CX), разработанная международной исследовательской компанией Ipsos. Данный фреймворк представляет собой человеко-центричный подход, который помогает организациям выстраивать более прочные отношения с клиентами через глубокое понимание их функциональных и реляционных потребностей. эта модель легла в основу настоящего исследования [9].

Методология базируется на результатах масштабного исследования, охватившего девять отраслей и более 9 000 оценок клиентов, с применением методов поведенческой экономики и социальной психологии (в частности, теории фундаментальных социальных мотивов С. Фиске). В рамках фреймворка выделяются шесть фундаментальных эмоциональных драйверов, которые последовательно формируют эмоциональную привязанность клиента:

Справедливое отношение. Клиент чувствует, что взаимодействие честное и соответствует обещаниям бренда.восприятие обмена с организацией как честного и равноценного. По данным Ipsos, это ключевой барьерный фактор, его отсутствие делает невозможным формирование долгосрочной лояльности.

Контроль. Возможность клиента влиять на ситуацию, выбирать удобные каналы, время и способы взаимодействия.

Уверенность. Доверие к бренду и уверенность в получении ожидаемого результата. Ощущение ясности, прозрачности и предсказуемости взаимодействия. Клиент должен понимать, что произойдет на следующем этапе, и получать достоверную информацию.

Статус. Признание ценности клиента, уважительное отношение, опыт общения подчеркивает важность клиента, повышая его самооценку.

Принадлежность. Ощущение общности с организацией и другими клиентами, забота о благополучии пациента, вовлеченность в «сообщество вокруг бренда».

Удовольствие (Enjoyment) — облегчение жизни клиента, снижение рутины и сложностей, предоставление позитивных эмоций и приятных впечатлений.

Фреймворк Forces of CX может использоваться как для диагностики текущего состояния (через включение специальных утверждений в опросы), так и для расстановки приоритетов в CX-активностях и оценки возврата инвестиций в клиентский опыт.

Эффективное управление клиентским опытом невозможно без системы количественных и качественных показателей. В современной практике используются индекс чистой поддержки (NPS), индекс удовлетворенности (CSAT) и оценка усилий клиента (CES). Эти метрики позволяют измерить лояльность, оценить качество конкретных касаний и выявить факторы трения при взаимодействии с сервисом [6]. Помимо транзакционных метрик, важное место занимают операционные показатели: среднее время обработки (AHT), время первого ответа (FRT) и уровень оттока клиентов (CCR). Наконец, качественные методы (глубинные интервью, юзабилити-тестирование) позволяют выявить глубинные барьеры и невербализуемые ожидания, которые не фиксируются закрытыми вопросами опросов.

Изложенные теоретические положения и методические подходы к управлению клиентским опытом – включая фреймворк «Шесть сил» Ipsos, метрики NPS, CSAT, CES, а также качественные методы (глубинные интервью, этнографические наблюдения) – легли в основу эмпирического исследования, проведенного в частной стоматологической клинике. Цель исследования заключалась в диагностике текущего уровня клиентского опыта, выявлении ключевых проблемных зон и разработке адресных мероприятий по совершенствованию взаимодействия с пациентами.

Объектом исследования выступила частная стоматологическая клиника, работающая на рынке более 13 лет и предоставляющая полный комплекс стоматологических услуг. Предмет исследования — клиентский опыт пациентов в процессе взаимодействия с точками контакта клиники.

Исследование проводилось в несколько этапов с применением триангуляции методов. Количественный этап - онлайн-анкетирование. Анкета распространялась через официальные аккаунты клиники в социальных сетях, а также по базе контактов. Объем выборки составил 272 респондента. Расчетный объем выборки при уровне доверительной вероятности 90% и предельной ошибке ±5% признан репрезентативным для генеральной совокупности (клиентская база - 2568 человек). Анкета включала вопросы о способах узнавания о клинике, критериях выбора, частоте посещений, удовлетворенности сервисом, барьерах и предпочтениях по информированию. Качественный этап - глубинные полуструктурированные интервью. Проведено 30 интервью (20 женщин, 10 мужчин). Длительность каждого интервью составила от 25 до 45 минут. Интервью включали прямые вопросы об удовлетворенности, а также проективные техники для выявления ассоциаций, связанных с брендом клиники. Юзабилити-тестирование официального сайта. В тестировании приняли участие 10 респондентов, не имевших предварительного опыта взаимодействия с сайтом. Участники получали стандартизированные задания (найти информацию об услуге, определить стоимость, записаться на прием) с фиксацией времени выполнения и возникающих затруднений.

Количественные данные обработаны методами описательной статистики. Качественные данные (транскрипты интервью) проанализированы методом тематического кодирования. Для оценки результатов юзабилити-теста использован комбинированный подход (смешанный метод) для оценки удобства интерфейса, сочетающий количественные данные со смысловой интерпретацией поведения пользователей.

Результаты количественного этапа показали, что основным драйвером привлечения клиентов выступили рекомендации знакомых (39% респондентов), что подтверждает выводы современных исследований о том, что доверие к стоматологу формируется на 40% рекомендациями друзей и на 40% комфортной атмосферой на приёме. На вопрос о барьерах респонденты назвали цену услуги (30,5%), неудобство зоны ожидания (14,7%) и местоположение (19,9%). Предпочтительный способ информирования о приеме - сообщение в мессенджере (39,7%) и телефонный звонок (39,0%). Индекс NPS составил 85% при полном отсутствии критиков, CSAT работы врачей достиг 100%, время обработки онлайн-заявки (AHT) составило 5–7 минут, а время первого ответа по телефону (FRT) — 5–10 секунд. Однако оценка усилий клиента (CES) при онлайн-записи показала, что 65% пациентов испытали существенные затруднения. Результаты юзабилити-тестирования выявили, что кнопка «Регистрация» интерпретируется как регистрация на сайте, а не запись на прием; присутствует избыточная «историческая» информация и устаревшие данные. Глубинные интервью выявили пожелания по улучшению зоны ожидания (чайная/кофейная зона, музыка) и послепроцедурного сопровождения.

Проведенная диагностика клиентского опыта позволила не только зафиксировать выявленные недостатки, но и определить векторы целенаправленных улучшений. Каждая сила требует специфического набора управленческих и маркетинговых действий, которые могут варьироваться в зависимости от ресурсов, зрелости клиентоцентричной культуры и каналов взаимодействия. Ниже для каждой силы последовательно представлены: общие (универсальные) направления совершенствования, применимые в любой стоматологической практике, и конкретные мероприятия, выбранные для внедрения в исследуемой клинике на основе выявленных проблем и ограничений.

1. Уверенность

Общие направления совершенствования. Уверенность формируется через прозрачность, предсказуемость и доступность информации на всех этапах пути пациента. Возможные меры включают: разработку четких и визуально единообразных карточек услуг с фиксированной стоимостью или диапазоном цен; открытую публикацию протоколов лечения и сертификатов врачей; внедрение системы автоматического информирования об изменениях в расписании (смена врача, задержка, перенос); обеспечение актуальности всех цифровых каналов (сайт, страницы в социальных сетях и т. д.). В долгосрочной перспективе – внедрение личного кабинета пациента, где отражается история визитов, назначения и плановая стоимость лечения.

Применительно к анализируемой организации. Основной дефицит уверенности был связан с сайтом: неактуальный адрес, отсутствие единого формата описания услуг, сложность поиска цены. Поэтому выбраны следующие меры: разработка единого шаблона описания каждой услуги (включает краткий сценарий процедуры, перечень используемых материалов, полную стоимость с разбивкой на этапы и отдельно – стоимость дополнительных услуг; полное удаление устаревшей информации (второй адрес, данные о врачах, которые уже не работают); создание на сайте раздела «Пациенту» с ответами на типовые вопросы (как подготовиться к приему, что делать после удаления зуба, какие гарантии дает клиника). Дополнительно – расширение информирования: не только

напоминание о визите за день, но и подтверждение о том, что запись состоялась, а также оповещение в случае экстренного переноса приема.

2. Справедливое отношение

Общие направления совершенствования. Справедливость воспринимается пациентом как честный обмен (адекватная цена за услугу, соблюдение оговоренных сроков и объемов лечения, отсутствие скрытых платежей). Ключевые меры, это публичная гарантия фиксации цены на момент первичной консультации; внедрение правила «объясненного счета» – перед каждым этапом лечения пациенту сообщают, за что он платит и почему это необходимо. Также важно сформировать культуру извинения и исправления ошибки: при переносе приема по вине клиники пациент получает приоритетную запись и небольшой бонус.

Конкретные мероприятия в исследуемой организации. По данным интервью, несколько пациентов сталкивались с переносами приема и ожиданием из-за накладок в расписании. В качестве первоочередных мер выбраны: разработка и внедрение внутреннего регламента «Что делать при опоздании или переносе приема», где администратор обязан в течение 15 минут после фиксации сдвига связаться с пациентом, предложить альтернативное время и в случае, если новое время не устраивает, – начислить бонусные баллы (например, 5% от стоимости перенесенного приёма на следующий визит). Также внедряется правило «финальной стоимости»: после утверждения плана лечения администратор выдает пациенту подписанный документ с итоговой ценой без права ее увеличения в процессе (кроме случаев, когда пациент сам запрашивает дополнительные услуги).

3. Контроль

Общие направления совершенствования. Контроль означает, что пациент может выбирать удобный канал, время, врача и влиять на ход лечения. Возможные меры: онлайн-запись с возможностью выбора конкретного врача и просмотра свободных слотов; возможность отменить или перенести запись без звонка через личный кабинет; наличие альтернативных каналов связи (мессенджеры, форма обратной связи на сайте); предоставление выбора метода лечения (при наличии клинически равноценных альтернатив) с объяснением плюсов и минусов каждого. На уровне организации – регулярный сбор обратной связи о том, насколько пациенты удовлетворены уровнем контроля.

Применительно к анализируемой организации. Основной проблемой стала неочевидность онлайн-записи (65% пациентов столкнулись со сложностями в процессе записи). Выбраны следующие мероприятия: полная переработка формы записи – кнопка «Регистрация» заменяется на «Записаться на прием», форма становится многошаговой, но интуитивно понятной (выбор услуги → выбор врача → выбор даты и времени → подтверждение). На сайте внедряется календарь занятости врачей с реальными «окнами». В качестве дополнительного канала контроля – возможность записаться через мессенджер (чат-бот), куда пациент может прислать вопрос и получить подтверждение. Для тех, кто предпочитает запись по телефону, появляется возможность использовать функцию обратного вызова: пациент оставляет номер, администратор перезванивает в течение 15 минут, чтобы согласовать удобное время.

4. Статус

Общие направления совершенствования. Статус реализуется через признание ценности пациента, прежде всего лиц с высокой частотой обращений и значительным объемом потребленных услуг, а также для пациентов, демонстрирующих устойчивую лояльность. Для усиление фактора “статус” может применяться многоуровневая система поощрения лояльности (накопительные ценовые преференции, приоритетная запись, индивидуальные условия обслуживания); адресные коммуникации в значимые для пациента даты (день рождения – персонализированное сообщение, ценовая преференция); обязательное обращение по имени на всех этапах взаимодействия. Важно, чтобы статусные отличия воспринимались не как дискриминация, а как естественное признание длительных отношений.

Применительно к анализируемой организации. Оценка существующей системы скидок для пенсионеров и детей показала низкие значения (4–5 баллов из 10), постоянные пациенты не идентифицируют дополнительного внимания. Выбраны следующие меры: разработка трехуровневой системы поощрения «Постоянный пациент» (первый уровень – после одного визита: ценовая преференция 3% на следующую услугу; второй уровень – после трех визитов: преференция 5% и приоритетная запись; третий уровень – после пяти визитов: преференция 10% и бесплатная профессиональная гигиена полости рта раз в полгода). В день рождения пациента осуществляется персонализированное SMS-сообщение с промокодом на ценовую преференцию 7% на любую услугу или косметическая услуга в подарок. Администраторы проходят обучение по работе с клиентской базой: при входе пациента обращаться по имени и отчеству, а также упоминать дату последнего визита, создавая тем самым эффект узнавания.

5. Принадлежность

Общие направления совершенствования. Принадлежность формируется через создание сообщества и демонстрацию заботы о пациенте как о человеке. Возможные меры по повышению чувства принадлежности: проведение индивидуального консультирования пациентов по вопросам гигиены полости рта, включая рекомендации по выбору зубной пасты, щеток, ирригаторов и других средств ухода (в ходе планового приема или выделения отдельного профилактического времени); предоставление письменных памяток с персонализированными рекомендациями после завершения лечения; внедрение практики послепроцедурного контакта (звонок или сообщение с вопросом о самочувствии); создание закрытого коммуникационного канала (например, чата в мессенджере) для оперативных вопросов пациентов; публикация (с согласия пациентов) историй успешного лечения, что формирует эффект «своей среды».

Конкретные мероприятия в исследуемой клинике. По результатам опроса пациенты высказали пожелание о чайной зоне и музыкальном сопровождении, что напрямую относится к созданию уюта и ощущения «как дома». Выбраны следующие меры: обустройство небольшой зоны ожидания с чайной зоной, фоновая спокойная музыка. Внедрение практики «контрольный звонок»: администратор звонит пациенту на следующий день после сложного лечения (имплантация, удаление, сложное удаление зуба) и интересуется самочувствием, а также напоминает о рекомендациях врача. Для пациентов с детьми – выдача раскраски на тему гигиены зубов и игрушки после приема, что создает у ребенка положительную ассоциацию с клиникой.

6. Удовольствие

Общие направления совершенствования. Удовольствие представляет собой эмоциональный драйвер, связанный с получением позитивных эмоций, снижением стресса и превышением ожиданий клиента. В отличие от функциональных аспектов (качество лечения), удовольствие формируется через создание приятных ассоциаций с процессом взаимодействия, минимизацию дискомфорта и добавление элементов неожиданной радости. Особенности применения в стоматологии: Преодоление фобий - 70% пациентов испытывают стоматологическую тревожность. Превращение рутины в ритуал - лечение как событие, а не обязанность. Сенсорная гармония - воздействие на зрение, слух, обоняние, осязание. Конкретные меры реализации включают: предоставление пациенту возможности выбора музыкального сопровождения в наушниках; демонстрацию внутриротовых снимков на экране с комментариями врача; вручение после лечения брендированной памятки в упаковке; для детей – использование визуального таймера в виде персонажа и возможность выбора небольшого поощрения из набора; а также выдачу сертификата на напиток в партнерской кофейне, что продлевает позитивные эмоции после визита.

Для оценки результативности предложенных мероприятий внедряется трехуровневая система мониторинга CX, охватывающая все шесть сил.

Первый уровень – транзакционные опросы после каждого приёма. Автоматическая отправка короткого опроса через 24–48 часов после визита, включающего три измерителя: CSAT («Оцените вашу удовлетворенность приёмом» по 5ти-балльной шкале), CES («Насколько легко для вас прошла запись и получение услуги») и одно открытое поле для свободных комментариев.

Второй уровень – стратегический мониторинг (ежеквартально). Анкетирование репрезентативной выборки из 100 пациентов для расчёта NPS и измерения всех шести сил Ipsos с помощью специализированных утверждений, оцениваемых по шкале Лайкерта (например: «Мне было легко и понятно записаться на прием» – Уверенность; «В клинике ко мне отнеслись справедливо и честно» – Справедливое отношение; «Я чувствую заботу клиники о моем комфорте» – Принадлежность).

Третий уровень – операционный мониторинг (еженедельно). Отслеживание среднего времени обработки заявок (AHT) и времени первого ответа (FRT) по всем каналам (онлайн-форма, телефон, мессенджеры), а также уровня оттока пациентов (CCR) – доли пациентов, не записавшихся повторно в течение рекомендованного срока.

Все выявленные отклонения регистрируются в единой панели управления. Каждое статистически значимое ухудшение показателя

инициирует корректирующее действие в соответствии с матрицей ответственности. Замкнутый цикл обратной связи завершается повторным замером после внедрения изменений.

Применение фреймворка «Силы клиентского опыта» позволило не только диагностировать дефициты, но и предложить адресную, экономически обоснованную программу улучшений, где каждое мероприятие направлено на усиление конкретной силы и, как следствие, на рост эмоциональной привязанности пациентов. Выбранные меры не требуют значительных капитальных вложений (основные затраты связаны с доработкой сайта и обучением персонала) и могут быть внедрены в течение трех-шести месяцев, давая измеримый прирост показателей NPS, CSAT и снижение CES.

Проведенное исследование подтвердило, что функциональная удовлетворенность (CSAT врачей 100%, FRT 5–10 секунд) является необходимым, но недостаточным условием. Применение фреймворка “6 сил клиентского опыта” позволило выявить проблемы, не фиксируемые традиционными метриками, прежде всего на начальных этапах пути клиента. Предложенные мероприятия адресно направлены на устранение проблем по каждой из шести сил, а трехуровневая система мониторинга обеспечивает непрерывное улучшение. Практическая значимость – в возможности масштабирования подхода на другие частные стоматологические клиники и, с адаптациями, на широкий круг медицинских организаций.

Литература

1. Реброва Н.П. Управление клиентским опытом: Учебное пособие /. Н.П. Реброва, Е.А. Лунева, Т.В. Ивашкевич. – М.: Прометей, 2022. – 162 с.
2. Lewis P. Carbone and Stephan H. Haeckel Engineering Customer Experiences // Marketing Management Journal. Vol.3 (1994). P. 1–14.
3. Lemon K.N., Verhoef P.C. Understanding customer experience throughout the customer journey // Journal of marketing. – 2016. – Т. 80. – №. 6. – P. 69–96.
4. Фроленкова А. А. Повышение эффективности управления клиентским путем в стоматологической клинике на основе внедрения CRM-системы //Вестник науки. – 2026. – Т. 3. – №. 1 (94). – С. 283-293.
5. Бикметов Е. Ю. и др. Использование клиентского опыта для принятия маркетинговых решений в здравоохранении //Kant. – 2023. – №. 3 (48). – С. 4-9.
6. Forrester’s Essential Customer Experience Index Research // Forrester. URL:https://www.forrester.com/report/research-overview-customer-experience-index/RES176594 (дата обращения: 20.01.2026).
7. Gartner’s Customer Experience Management Maturity Model // Product Mindset. – 2022. – URL: https://productmindset.substack.com/p/gartners-customer-experience-management (дата обращения: 22.01.2026).
8. The consumer decision journey / D. Court, D. Elzinga, S. Mulder, O.J. Vetvik // McKinsey Quarterly.– 2009. – № 3. – P. 96–107.
9. Дюме Ж.-Ф., Уварова А. Силы клиентского опыта : наука прочных отношений с клиентами в трудные времена / Ж.-Ф. Дюме, А. Уварова; Ipsos. – М. : 2020. – URL: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-05/the-forces-of-cx_ru.pdf (дата обращения: 24.01.2026)

Customer Experience Management in a Dental Clinic Based on the “Forces of Customer Experience” Framework

Luneva E.A.

F. M. Dostoevsky Omsk State University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article considers an approach to improving customer experience in a private dental clinic based on the “Six Forces of Customer Experience” framework by Ipsos. An empirical study was conducted using quantitative (survey) and qualitative (in-depth interviews, website usability testing) methods. For each of the six forces (Fair Treatment, Control, Certainty, Status, Belonging, Enjoyment), both universal and specific improvement measures are proposed. A three-level customer experience monitoring system has been developed. The practical significance lies in the possibility of scaling the proposed approach to other healthcare organizations.

Keywords. customer experience, customer experience management, patient satisfaction, customer journey.

References

1. Rebrova N.P., Luneva E.A., Ivashkevich T.V. Customer Experience Management: A Textbook. Moscow: Prometey, 2022. 162 p.
2. Carbone L.P., Haeckel S.H. Engineering Customer Experiences. Marketing Management Journal. 1994. Vol. 3. P. 1–14.
3. Lemon K.N., Verhoef P.C. Understanding customer experience throughout the customer journey. Journal of Marketing. 2016. Vol. 80. No. 6. P. 69–96.
4. Frolenkova A.A. Improving the efficiency of customer journey management in a dental clinic through the implementation of a CRM system. Bulletin of Science. 2026. Vol. 3. No. 1 (94). P. 283–293.
5. Bikmetov E.Yu., Kovalchuk Yu.A., Tsupikov A.V., Tikhonov S.A. Using customer experience for marketing decision-making in healthcare. Kant. 2023. No. 3 (48). P. 4–9.
6. Forrester Research. Forrester‘s Essential Customer Experience Index Research. URL: https://www.forrester.com/report/research-overview-customer-experience-index/RES176594 (accessed: 20.01.2026).
7. Gartner’s Customer Experience Management Maturity Model. Product Mindset. 2022. URL: https://productmindset.substack.com/p/gartners-customer-experience-management (accessed: 22.01.2026).
8. Court D., Elzinga D., Mulder S., Vetvik O.J. The consumer decision journey. McKinsey Quarterly. 2009. No. 3. P. 96–107.
9. Dumet J.-F., Uvarova A. The Forces of Customer Experience: The Science of Strong Relationships in Challenging Times. Ipsos. Moscow, 2020. URL: https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/publication/documents/2020-05/the-forces-of-cx_ru.pdf (accessed: 24.01.2026).

Владельческий аудит как инструмент формирования бизнес-модели малого предприятия в сфере лёгкой промышленности: методология и программная реализация

Малахов Алексей Александрович
аспирант, кафедра теории менеджмента и бизнес-технологий, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, aleksei.malakhov97@gmail.com

В статье предложена методология владельческого аудита — структурированной оценки бизнеса с позиции собственника, охватывающей финансовые и нефинансовые показатели. Методология включает пять этапов: аудит ценности продукта, расчёт себестоимости и переменных издержек, аудит каналов продаж и маркетинговых инструментов, построение сводной модели P&L и Cash Flow, формирование владельческого дашборда. Каждый этап порождает количественный результат, передаваемый на следующий: образуется замкнутая цепочка от потребительской ценности до финансовой модели. Инструментальная реализация — веб-приложение FF Engine , обеспечивающее интерактивный пошаговый ввод параметров и автоматическое построение панели собственника и KPI-панели генерального директора. Методология апробирована на предприятии по производству одежды.
Ключевые слова: владельческий аудит, бизнес-модель, малый бизнес, лёгкая промышленность, unit-экономика, финансовое планирование, KPI-дашборд.

1. Введение. Владельческий аудит как инструмент формирования бизнес-модели

Собственник малого предприятия принимает решения в условиях, при которых любая управленческая ошибка транслируется в финансовый результат немедленно — без буфера резервных фондов и управленческой иерархии, смягчающей последствия. Постоянная смена потребительских трендов, монополизация маркетплейсов и высокая ключевая ставка сократили горизонт планирования в лёгкой промышленности до одного-двух сезонов [1, 2]. Управлять без количественной модели бизнеса в этих условиях — значит реагировать на отклонения, а не опережать их.

Управленческий учёт для субъектов МСП рассматривается в литературе преимущественно через адаптацию корпоративных инструментов: сбалансированной системы показателей [3], управления по целям (MBO) [4], ABC-костинга [5]. Ни один из этих подходов не решает задачу, специфическую для собственника малого бизнеса: построить замкнутую цепочку от операционных нормативов до стратегического финансового результата — без финансового директора и без многомесячного внедрения.

Цель настоящего исследования — разработать методологию владельческого аудита как самостоятельного управленческого инструмента с формализованной логикой этапов и цифровой реализацией.

2. Концепция владельческого аудита: теоретические основания

Владельческий аудит — структурированная оценка состояния бизнеса с позиции собственника: она охватывает качественный анализ финансовых и нефинансовых показателей и направлена на выявление разрывов в цепочке создания ценности и формирование количественного основания для управленческих решений.

Концептуальная основа методологии — три взаимодополняющих блока. Первый: концепция цепочки создания ценности Портера [7], задающая структуру последовательного анализа первичных и вспомогательных видов деятельности. Второй: инструментарий unit-экономики, связывающий маркетинговые затраты (CAC) с долгосрочной ценностью клиента (LTV) и маржинальным вкладом единицы продукции [8]. Третий: сценарное финансовое моделирование, позволяющее тестировать стратегические гипотезы в условиях неопределённости [9].

Принципиальные отличия от традиционного финансового аудита систематизированы в таблице 1.

Таблица 1
Сравнение финансового и владельческого аудита

Критерий	Финансовый аудит	Владельческий аудит (авт.)
Субъект оценки	Финансовая отчётность	Весь управленческий контур
Горизонт	Прошедший период	Текущий + прогноз
Инициатор	Внешний стейкхолдер	Собственник бизнеса
Методологическая база	МСА / ФСАД	Цепочка создания ценности + unit-экономика
Результат	Аудиторское заключение	Финансовая модель (P&L, Cash Flow)
Охват нефинансовых KPI	Отсутствует	Маркетинг, производство, каналы сбыта

Источник: составлено автором.

Владельческий аудит смещает фокус с констатации прошлого результата к конструированию будущего: собственник не получает заключение о том, что произошло, — он получает модель, которая показывает, что произойдёт при тех или иных управленческих решениях [10].

3. Методология владельческого аудита: пять этапов

Методология реализована как последовательность пяти этапов: каждый решает собственную аналитическую задачу и порождает количественный результат, передаваемый на следующий этап. Это ключевое отличие от традиционных методик аудита, где этапы независимы и не формируют сквозной цепочки (таблица 2).

Таблица 2
Этапы методологии владельческого аудита

Этап	Содержание и ключевые показатели
1. Аудит ценности продукта	Анализ потребительских ожиданий: целевая цена, AOV, востребованные категории. Проверка гипотез с измеримыми результатами: данные конкурентов, ценовые диапазоны по сегментам.
2. Расчёт себестоимости и переменных издержек	Нормирование трудозатрат (ч/ед.), материальные затраты, логистика сырья. Учёт переменных издержек: упаковка, эквайринг, возвраты. Выход: COGS на единицу и первичная маржинальность.
3. Аудит каналов продаж и маркетинговых инструментов	Построение воронки (CPM → CTR → CR → CAC) по трём каналам: собственный, маркетплейс, партнёрский. Оценка платного и органического трафика. Расчёт нетто-выручки с учётом комиссий и скидок.
4. Построение сводной модели P&L и Cash Flow	Формирование полной финансовой модели: переменные затраты (COGS), постоянные издержки (OPEX: аренда, ФОТ АУП, маркетинговый бюджет), инвестиционные затраты (CAPEX: оборудование, ремонт). Вывод: EBITDA, операционный денежный поток, точка безубыточности, срок окупаемости инвестиций.
5. Построение владельческого дашборда	Стратегическая панель собственника: выручка нетто, Gross Margin, EBITDA, EBITDA Margin в горизонте 5 лет. Оперативная KPI-панель генерального директора со светофором план/факт (зелёный ≥ 90%, жёлтый 75–89%, красный < 75%).

Источник: составлено автором.

3.1. Этап 1. Аудит ценности продукта

Ценность — отправная точка методологии. Без понимания того, за что клиент готов платить и сколько, расчёт себестоимости теряет ориентир: предприятие оптимизирует затраты, не зная, укладываются ли они в потребительский бюджет. Для производителя одежды аудит ценности означает фиксацию трёх параметров: целевой цены в восприятии покупателя, востребованных категорий ассортимента и характеристик, за которые клиент доплачивает сверх базовой цены.

Инструменты этапа: анализ ценовых диапазонов и рейтингов по категориям, опросы целевой аудитории, конкурентный бенчмаркинг. Выход: зафиксированный AOV по каждой категории — он становится верхней границей для расчёта допустимой себестоимости на следующем этапе.

3.2. Этап 2. Расчёт себестоимости и переменных издержек

Себестоимость в методологии строится снизу вверх — от производственных нормативов, а не из агрегированных бухгалтерских данных. Расчёт охватывает три блока: трудозатраты на единицу (нормирование операций × стоимость рабочего часа), материальные затраты (ткань, фурнитура), логистика сырья. Переменные издержки учитываются отдельно: упаковка, эквайринг и прогнозируемая доля возвратов — статьи, которые в малом бизнесе систематически выпадают из расчёта, занижая реальную стоимость единицы. Данные апробации представлены в таблице 3.

Таблица 3
Расчёт производственной себестоимости единицы изделия

Статья затрат	Значение	Ед. изм.
Трудозатраты на 1 изделие, всего	3,6	ч.
— раскрой лекал	0,3	ч.
— пошив изделия	3,0	ч.
— контроль качества + упаковка	0,3	ч.
Стоимость рабочего часа швеи	500	руб./ч.
Стоимость пошива (трудозатраты)	1 800	руб.
Материальные затраты (ткань, фурнитура)	600	руб.
Логистика сырья до склада	80	руб.
ИТОГО себестоимость 1 изделия	**2 480**	**руб.**

Источник: составлено автором на основе данных предприятия.

При розничной цене 10 000 руб. производственная маржинальность составляет 75,2%. Это стартовая точка: последующие этапы последовательно корректируют маржу на комиссии каналов, маркетинговые затраты и скидки.

3.3. Этап 3. Аудит каналов продаж и маркетинговых инструментов

На этом этапе производственная маржа либо сохраняется, либо исчезает. Неверный выбор канала обнуляет результаты оптимизации затрат: маркетплейс с 30%-й комиссией сокращает маржу с 75,2% до 52,6%, а партнёрский канал с 50%-й оптовой скидкой — до 37,6%. Методология рассматривает три канала: собственные продажи (сайт, соцсети), маркетплейсы и партнёрский.

Для собственного канала строится воронка по модели CPM: охват → переходы (CTR) → покупки (CR) → CAC. При охвате 100 000 показов, CPM 200 руб., CTR 3% и конверсии 1,5% собственный канал генерирует 45 покупок при CAC 444 руб. — коэффициент LTV/CAC при марже 7 520 руб./ед. превышает 10.

Органический канал — создание собственного контента (видео, статьи, соцсети) — является структурной альтернативой платному трафику. CAC в этом канале стремится к нулю при системной работе с контентом: демонстрация производственного процесса, обзоры изделий, пользовательские истории формируют постоянный поток аудитории без прямых рекламных затрат. Методология требует оценки обоих инструментов параллельно и расчёта их совокупного вклада в объём продаж.

3.4. Этап 4. Построение сводной модели P&L и Cash Flow

Финансовую модель невозможно построить корректно, опираясь только на unit-экономику: без учёта постоянных издержек (OPEX) и инвестиционных затрат (CAPEX) расчёт EBITDA и точки безубыточности даёт принципиально неверный результат. Отсутствие OPEX и CAPEX в финансовой модели — наиболее распространённая ошибка планирования в малом бизнесе: предприятие выходит на безубыточность по unit-экономике, но остаётся убыточным на уровне компании.

Методология структурирует издержки в три уровня. Первый: переменные затраты (COGS), рассчитанные на этапе 2, — они растут пропорционально объёму производства. Второй: постоянные операционные расходы (OPEX) — аренда производственного помещения, ФОТ административно-управленческого персонала, маркетинговый бюджет, бухгалтерское обслуживание. Третий: капитальные затраты (CAPEX) — оборудование (швейные машины, оверлоки), ремонт помещения, разработка сайта. CAPEX амортизируется на горизонте расчёта и влияет на Cash Flow, но не на EBITDA.

Сводная модель строится ежемесячно на горизонте пяти лет: переменные затраты масштабируются с объёмом продаж, OPEX индексируется на прогнозную инфляцию (лист «Справочно»), CAPEX распределяется по периодам инвестирования. Выход: EBITDA, операционный денежный поток, точка безубыточности в единицах и в рублях, срок окупаемости первоначальных инвестиций.

3.5. Этап 5. Построение владельческого дашборда

Дашборд — итоговый инструмент методологии. Данные всех четырёх предшествующих этапов сводятся в две панели с разными горизонтами принятия решений. Стратегическая панель собственника отображает выручку нетто, Gross Margin, EBITDA и EBITDA Margin в разрезе пяти лет: владелец видит, как сценарные решения (рост объёма, смена канала, изменение цены) транслируются в стратегический результат. Оперативная KPI-панель генерального директора реализует светофорный принцип план/факт: зелёный (≥ 90% плана), жёлтый (75–89%), красный (< 75%).

Разделение панелей принципиально: стратегический горизонт собственника и операционный горизонт менеджмента требуют разных форм представления одних и тех же данных. Дашборд устраняет ключевой разрыв малого бизнеса — когда владелец и директор работают с разными целями и видением.

4. Инструментальная реализация: FF Engine

Методология реализована в веб-приложении FF Engine инструменте, обеспечивающем прохождение всех пяти этапов аудита без установки программного обеспечения и без навыков финансового моделирования. Архитектура приложения соответствует логике методологии: каждый блок системы обслуживает конкретный этап (таблица 4).

Таблица 4
Архитектура FF Engine v6

Блок	Функция	Технологический слой
Настройки	Ввод операционных нормативов (план продаж, COGS, каналы)	Пошаговый мастер; валидация диапазонов
Справочно	Рыночные данные (инфляция, курс, ключевая ставка)	Источники: ЦБ РФ, banki.ru, Data Insight
Unit-экономика	CAC, LTV, маржа на единицу, нетто по каналам	Динамический пересчёт при изменении параметров
P&L / Cash Flow	Ежемесячная и годовая финансовая модель с OPEX и CAPEX	Сводный лист: EBITDA, операционный поток, срок окупаемости
Владелец / KPI_ГД	Дашборды план/факт с цветовым светофором	Интерактивная визуализация; экспорт результатов

Источник: составлено автором.

4.1. FF Engine: путь пользователя и ключевые преимущества

Собственник работает с FF Engine через пошаговый мастер ввода данных. На каждом шаге система задаёт конкретные вопросы, соответствующие одному из пяти этапов аудита: целевая цена продукта и AOV → производственные нормативы и переменные издержки → параметры каналов продаж → постоянные расходы (OPEX) и капитальные затраты

(CAPEX) → горизонт планирования и сценарные допущения. Пользователь не работает с формулами — он отвечает на вопросы, а система пересчитывает модель в режиме реального времени.

Три преимущества инструмента перед традиционным финансовым моделированием определяют его практическую ценность:

– Немедленная обратная связь: изменение любого параметра (объёма продаж или комиссии маркетплейса) мгновенно транслируется во все производные показатели — маржу, EBITDA, точку безубыточности и срок окупаемости. Собственник видит последствия решения до его принятия.

– Встроенные рыночные данные: инфляция по прогнозу ЦБ РФ, ключевая ставка и конверсионные нормативы подтягиваются автоматически; владелец не занимается ручным обновлением справочников.

– Автоматическое формирование дашборда: стратегическая пятилетняя панель и оперативный KPI-светофор генерального директора строятся по итогам ввода без дополнительных настроек.

Формат веб-приложения устраняет барьер, который делает финансовое моделирование недоступным для большинства владельцев малого бизнеса: необходимость одновременно разбираться в структуре модели, формульной логике и предметной области. В FF Engine предметная область встроена в интерфейс — пользователь фокусируется исключительно на данных своего бизнеса.

5. Результаты апробации и обсуждение

Апробация проведена на производителе верхней одежды с плановым объёмом 100 изделий в месяц. Мы получили три вывода, которые не следуют из стандартного управленческого учёта.

Первый: unit-экономика и экономика компании — разные вещи. При производственной маржинальности 75,2% и OPEX 180 000 руб./мес. (аренда 60 000 + ФОТ АУП 80 000 + бухгалтерия 15 000 + прочее 25 000) точка безубыточности составляет 24 изделия в месяц по собственному каналу. При CAPEX 450 000 руб. (оборудование и ремонт) срок окупаемости при плановом объёме — 7 месяцев. Без учёта OPEX и CAPEX предприятие считало бы себя прибыльным с первой продажи.

Второй: выбор канала определяет стратегию. При CAC 444 руб. в собственном канале и LTV/CAC > 10 масштабирование через собственные продажи даёт кратно лучший результат, чем рост доли маркетплейсов, где комиссия 30% сокращает маржинальный вклад с 75,2% до 52,6%. Органический контент усиливает этот вывод: при нулевом CAC каждая продажа формирует полную маржу.

Третий: кадровый предел масштабирования виден заранее. Сценарный анализ роста с 100 до 300 ед./мес. показывает: при неизменной кадровой структуре выработка на швею превышает нормативный предел к третьему году. Расширение производства необходимо планировать опережающим образом — FF Engine фиксирует этот момент автоматически.

Описанные результаты подтверждают: владельческий аудит решает задачи, которые не покрываются ни финансовым аудитом, ни стандартными KPI-системами. Он соединяет операционный и финансовый уровни в единой модели, ориентированной на логику принятия решений собственника.

6. Заключение

Разработана методология владельческого аудита — пятиэтапная система, связывающая потребительскую ценность, unit-экономику, OPEX, CAPEX и финансовую модель в замкнутую аналитическую цепочку. Методология апробирована на производителе одежды и реализована в веб-приложении FF Engine.

Научная новизна: авторское определение владельческого аудита как инструмента качественного анализа нефинансовых и финансовых показателей с позиции собственника; полная формализация пяти этапов с количественными индикаторами.

Направления дальнейших исследований: разработка отраслевых нормативных баз для автоматического бенчмаркинга (общественное питание, IT-продукты, услуги); интеграция владельческого аудита с управленческой отчётностью на базе 1С; лонгитюдная апробация методологии на выборке предприятий МСП для оценки точности прогнозов.

Литература

1. Ansoff H. I. Corporate strategy: An analytic approach to business policy for growth and expansion. — New York: McGraw-Hill, 1965. — 241 p.
2. Минцберг Г., Альстрэнд Б., Лэмпел Дж. Школы стратегий. — СПб.: Питер, 2001. — 336 с.
3. Kaplan R. S., Norton D. P. The balanced scorecard: Translating strategy into action. — Boston: Harvard Business School Press, 1996. — 322 p.
4. Drucker P. F. The practice of management. — New York: Harper & Row, 1954. — 404 p.
5. Cooper R., Kaplan R. S. Profit priorities from activity-based costing // Harvard Business Review. — 1991. — Vol. 69, No. 3. — P. 130–135.
6. Кириленко А. С. Управленческий аудит в системе внутреннего контроля малого предприятия // Вопросы экономики и управления. — 2021. — № 4. — С. 18–24.
7. Porter M. E. Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. — New York: The Free Press, 1985. — 557 p.
8. Maurya A. Running lean: Iterate from plan A to a plan that works. — 2nd ed. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2012. — 240 p.
9. Damodaran A. Strategic risk taking: A framework for risk management. — Upper Saddle River: Wharton School Publishing, 2008. — 406 p.
10. Sull D., Sull C. With goals, FAST beats SMART // MIT Sloan Management Review. — 2018. — Vol. 59, No. 4. — P. 1–11.

Owner's audit as a tool for business model formation in small enterprises in the light industry: methodology and software implementation

Malakhov A.A.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The paper proposes a methodology of owner's audit — a structured business assessment from the equity-holder's perspective covering financial and non-financial indicators. The methodology comprises five stages: product-value audit, cost and variable expense calculation, sales-channel and marketing-instrument audit, consolidated P&L and Cash Flow modelling (including OPEX and CAPEX), and owner dashboard construction. Each stage produces a quantitative output passed to the next, forming a closed chain from consumer value to financial model. The tooling implementation is the FF Engine v6 web application providing guided step-by-step data entry and automated owner and CEO KPI dashboards. The methodology was piloted on a garment manufacturing enterprise.

Keywords: owner's audit, business model, small business, light industry, unit economics, financial planning, KPI dashboard.

References

1. Ansoff, H. I. Corporate strategy: An analytic approach to business policy for growth and expansion. New York: McGraw-Hill, 1965, 241 p.
2. Mintzberg, G., Ahlstrand, B., and Lampel, J. Schools of strategy. St. Petersburg: Piter, 2001, 336 p.
3. Kaplan, R. S., Norton, D. P. The balanced scorecard: Translating strategy into action. Boston: Harvard Business School Press, 1996, 322 p.
4. Drucker, P. F. The practice of management. New York: Harper & Row, 1954, 404 p.
5. Cooper, R. S., Kaplan, R. S. Profit priorities from activity-based costing. Harvard Business Review, 1991, Vol. 69, No. 3. — P. 130–135.
6. Kirilenko A. S. Management Audit in the Internal Control System of a Small Enterprise // Issues of Economics and Management. — 2021. — No. 4. — P. 18–24.
7. Porter M. E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. — New York: The Free Press, 1985. — 557 p.
8. Maurya A. Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works. — 2nd ed. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2012. — 240 p.
9. Damodaran A. Strategic Risk Taking: A Framework for Risk Management. — Upper Saddle River: Wharton School Publishing, 2008. — 406 p.
10. Sull D., Sull C. With goals, FAST beats SMART // MIT Sloan Management Review. — 2018. — Vol. 59, No. 4. - P. 1–11.

Влияние высшего образования на качество трудовых ресурсов: российский опыт и мировые тенденции

Моттаева Анжела Бахауовна
д.э.н., доцент, профессор кафедры РЧР, Московский университет имени С.Ю. Витте, abmottaeva@fa.ru,

Губайдуллин Руслан Малекович
аспирант кафедры ЭТиУП экономического факультета, ОУП ВО «АТиСО», doptaganka@yandex.ru,

Солодарь Анна Александровна
магистр кафедры РЧР, Московский университет имени С.Ю. Витте, soolodar2002@gmail.com

Статья посвящена анализу механизмов влияния высшего образования на качество трудовых ресурсов в России и за рубежом. На основе сравнительного анализа данных за 2022-2024 годы выявлены структурные разрывы между образовательными стратегиями российских вузов и потребностями рынка труда в интеллектуальном потенциале. Установлено, что связь между охватом населения высшим образованием и производительностью труда носит нелинейный характер и определяется прежде всего качественными параметрами подготовки, а не количественными показателями охвата. Проведена систематизация зарубежных моделей высшей школы по критерию их эффективности в части формирования квалифицированных кадров. Предложены направления совершенствования образовательных стратегий российских вузов с учётом лучших международных практик.

Ключевые слова: высшее образование, трудовые ресурсы, интеллектуальный потенциал, качество подготовки кадров, образовательная стратегия, цифровизация, рынок труда, человеческий капитал.

Введение

Связь между уровнем образования населения и экономическим развитием страны давно стала предметом академических дискуссий. Однако за последние 10 лет эта связь существенно усложнилась. Простая логика «больше дипломированных специалистов - выше производительность труда» перестала работать в условиях, когда рынок труда трансформируется быстрее, чем успевают перестроиться образовательные программы.

Российская система высшего образования накопила серьёзный количественный потенциал: по данным Росстата, в 2023 году высшее образование имели около 33% занятого населения страны. Цифра внушительная. Вместе с тем работодатели системно фиксируют дефицит именно тех компетенций, которые наиболее востребованы в цифровой экономике: аналитического мышления, способности к решению нестандартных задач, владения современными инструментами обработки данных. Это противоречие требует содержательного объяснения.

Настоящая статья преследует 2 взаимосвязанные цели. Первая - проанализировать механизмы, через которые высшее образование влияет на качественные характеристики трудовых ресурсов. Вторая - сопоставить российский опыт с зарубежными моделями, чтобы выявить точки отставания и потенциальные направления улучшений. Рабочая гипотеза состоит в том, что низкое качество влияния на трудовые ресурсы объясняется не недостатком ресурсов как таковых, а структурными особенностями образовательных стратегий отечественных вузов.

Теоретический обзор

Теория человеческого капитала, восходящая к работам Г. Беккера и Т. Шульца, постулирует, что инвестиции в образование повышают производительность работника и его рыночную ценность. Это положение стало методологическим фундаментом для большинства последующих исследований связи образования и рынка труда. Однако уже в 1970-е годы возникла конкурирующая концепция: М. Спенс предложил сигнальную теорию, согласно которой диплом служит прежде всего сигналом работодателю об изначальных способностях работника, а не свидетельством приобретённых знаний. Обе теории частично верны, что и затрудняет однозначную оценку реального вклада вузов в качество трудовых ресурсов.

Т.В. Авдеева в своём исследовании вклада человеческого капитала в рост российской экономики убедительно показала, что отдача от высшего образования в России носит нелинейный характер: при достижении определённого порога насыщения рынка диплом перестаёт гарантировать рост производительности без сопутствующего повышения качества подготовки [1]. Это наблюдение принципиально важно для понимания текущей ситуации, когда количественный охват высшим образованием достиг исторического максимума, а структурный дефицит квалифицированных кадров не сокращается.

Д.Л. Константиновский связывает интеллектуальный потенциал трудовых ресурсов с тремя взаимосвязанными компонентами: когнитивным капиталом, профессионально-квалификационными характеристиками и инновационной готовностью [2]. Это разграничение методологически продуктивно, поскольку позволяет дифференцировать образовательные механизмы, работающие на каждый из компонентов. Вуз, ориентированный исключительно на трансляцию знаний, формирует лишь первый компонент, оставляя два других либо на самотёк, либо перекладывая их развитие на работодателя.

B.E. Penprase, анализируя вызовы четвёртой промышленной революции для высшей школы, констатирует глобальный сдвиг в требованиях к выпускникам: ценность узкоспециализированных знаний снижается, тогда как спрос на мультидисциплинарные компетенции, способность к непрерывному обучению и работе в условиях неопределённости устойчиво растёт [3]. Российская система высшей школы адаптируется к этому сдвигу с запаздыванием, что во многом объясняется инерционностью федеральных государственных образовательных стандартов.

О.М. Лизина и О.В. Федонина зафиксировали тревожную тенденцию: автоматизация и роботизация производства формируют устойчивый спрос на аналитические и творческие компетенции при одновременном вытеснении рутинных когнитивных функций [4]. Парадокс состоит в том, что именно рутинные когнитивные функции по-прежнему занимают значительный удельный вес в структуре большинства российских образовательных программ.

Методологически обоснованное сопоставление различных подходов к оценке влияния высшего образования на качество трудовых ресурсов приведено в таблице 1.

Таблица 1
Подходы к оценке влияния высшего образования на качество трудовых ресурсов

Подход	Ключевые индикаторы	Сильные стороны	Ограничения
Доходный	Премия за диплом на рынке труда, динамика заработков	Операциональность, доступность данных	Игнорирует нерыночные эффекты
Компетентностный	Уровень сформированности компетенций, оценки работодателей	Содержательность, близость к практике	Субъективность измерений
Инновационный	Патентная активность, число стартапов выпускников	Измеримость инновационного компонента	Применим к ограниченному кругу специальностей
Системный (интегральный)	Многокритериальные индексы, рейтинги	Полнота охвата	Сложность агрегирования данных
Рыночный (сигнальный)	Уровень трудоустройства, скорость найма	Простота интерпретации	Не отражает реальный уровень компетенций

Составлено автором

Каждый из перечисленных подходов фиксирует лишь часть картины. На наш взгляд, наиболее адекватным для российских условий является интегральный подход, однако его практическая реализация требует значительных усилий по созданию систем мониторинга выпускников, которые в России пока носят фрагментарный характер.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступает система высшего образования России в её взаимосвязи с рынком труда в период 2022-2024 годов. В качестве единиц сравнительного анализа рассматриваются национальные образовательные системы ряда зарубежных стран (Германии, Финляндии, Сингапура, США, Южной Кореи), демонстрирующих различные модели организации высшей школы.

Методологическую основу составляет совокупность взаимодополняющих методов. Сравнительный анализ применялся для сопоставления национальных образовательных моделей по унифицированному набору критериев. Структурно-функциональный метод позволил выявить каналы, через которые образовательная система воздействует на качественные характеристики трудовых ресурсов. Статистический анализ данных Росстата, ОЭСР и Глобального инновационного индекса обеспечил эмпирическую базу для сопоставлений. Следует оговориться, что сравнение данных разных национальных статистических систем сопряжено с методологическими сложностями: понятие «качество трудовых ресурсов» операционализируется по-разному в различных системах учёта (хотя это требует дополнительного рассмотрения).

Информационную базу составили данные Росстата, материалы ежегодных докладов ОЭСР «Education at a Glance», данные Глобального инновационного индекса, а также результаты мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования Министерства науки и высшего образования РФ.

Результаты исследования и их обсуждение

Российская система высшего образования по ряду формальных показателей выглядит вполне конкурентоспособно. Охват населения высшим образованием в возрастной группе 25-34 лет составлял в 2023 году около 62%, что превышает средний показатель по странам ОЭСР (47%). Число студентов на 10 000 населения держится на уровне 270-280 человек. Количество научных публикаций российских авторов в международных базах данных за 2022-2023 годы превысило 80 000 в год.

Картина, однако, меняется при переходе от количественных параметров к качественным. По индексу инновационного потенциала (GII 2023) Россия занимает 51-е место из 132 стран, заметно уступая не только США (3-е место) и Германии (8-е место), но и Китаю (12-е место). Производительность труда в российской экономике остаётся ниже среднего уровня ОЭСР примерно в 2,5 раза, несмотря на высокие формальные показатели образования. Эта диспропорция, по-видимому, и является наиболее красноречивым свидетельством структурной проблемы.

Динамика ключевых показателей российской системы высшего образования за 2022-2024 годы представлена в таблице 2.

Обращает на себя внимание, что доля выпускников, работающих по специальности, несмотря на положительную динамику, не достигает 60%. Это означает, что более 40% обладателей дипломов трудоустраиваются в сферах, не связанных с профилем полученного образования. Можно предположить, что причины этого явления лежат как в стороне предложения (несоответствие структуры подготовки потребностям экономики), так и в стороне спроса (избыточная предложение на ряде позиций рынка труда).

Таблица 2
Динамика показателей системы высшего образования России, 2022-2024 гг.

Показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Изменение, %
Число вузов (единиц)	1 006	989	975	-3,1
Численность студентов (тыс. чел.)	4 040	4 137	4 210	+4,2
Охват высшим образованием, 25-34 лет (%)	59	62	63	+6,8
Доля трудоустроенных выпускников в течение года (%)	71	73	74	+4,2
Среднемесячная зарплата выпускников через год после окончания вуза (тыс. руб.)	42,3	47,1	51,8	+22,5
Доля выпускников, работающих по специальности (%)	56	58	59	+5,4

Составлено автором по данным Росстата и Мониторинга Минобрнауки РФ

Немецкая дуальная система заслуживает отдельного рассмотрения как наиболее последовательно реализующая принцип связи образования с производством. Около 1,3 млн молодых немцев ежегодно проходят дуальное обучение, совмещая теоретическую подготовку в учебном заведении с практикой на предприятии. Безработица среди молодёжи в Германии (5,6% в 2024 году) почти втрое ниже среднеевропейского уровня (13,9%), и аналитики напрямую связывают этот результат именно с дуальной системой. Здесь возникает закономерный вопрос: почему Россия, при всём интересе к германскому опыту, так и не смогла создать сопоставимую систему производственной подготовки?

Финская модель демонстрирует иную стратегию: ставку на качество педагогического корпуса как первичный ресурс образовательной системы. Финляндия последовательно отбирает в педагогические программы лучших абитуриентов (конкурс в педагогические вузы выше, чем на юридические и медицинские факультеты), обеспечивает учителям высокий социальный статус и профессиональную автономию. Результат: финские выпускники демонстрируют одни из наиболее высоких показателей по международным тестам функциональной грамотности PISA при относительно невысоких затратах на одного учащегося.

Сингапурская модель представляет собой образец стратегического государственного управления образованием. Правительство формирует долгосрочные прогнозы потребности экономики в компетенциях и корректирует образовательные программы с опережением. В 2024 году 78% студентов сингапурских университетов обучались по специальностям, входящим в список приоритетных для национальной экономики.

Сравнительные характеристики ведущих зарубежных образовательных моделей по критерию их влияния на качество трудовых ресурсов систематизированы в таблице 3.

Данные таблицы 3 свидетельствуют о характерном парадоксе: Россия имеет один из самых высоких показателей охвата высшим образованием среди рассматриваемых стран, при этом занимая наиболее слабые позиции по инновационному индексу и показателю соответствия профиля занятости полученному образованию. Южная Корея, также имеющая высокий охват (70%), демонстрирует схожую проблему с трудоустройством по специальности (61%), что подтверждает тезис о нелинейности связи между количественным охватом и качеством формируемых трудовых ресурсов.

Таблица 3
Сравнительная характеристика национальных моделей высшего образования по критерию качества формируемых трудовых ресурсов

Страна	Модель	Охват ВО, % (25-34 лет)	GII 2024, место	Безработица молодёжи, %	Доля занятых по специальности, %
США	Децентрализованная конкурентная	51	3	8,4	68
Германия	Дуальная (ВО + производство)	34	8	5,6	79
Финляндия	Качество педагогики	46	6	7,2	74
Сингапур	Государственно-стратегическая	53	5	4,1	78
Южная Корея	Массово-конкурентная	70	10	7,9	61
Россия	Централизованно-стратифицированная	62	51	14,2	58-59

Составлено автором по данным ОЭСР, GII 2024, Росстата

О.В. Рожнова и Н.А. Соколова зафиксировали принципиально важную особенность: российские образовательные программы экономического профиля обновляются с запаздыванием в среднем на 3-5 лет относительно изменений в профессиональных стандартах [5]. За тот же период появляются целые новые профессиональные области (аналитика данных, машинное обучение, управление цифровыми продуктами), которые вузы не успевают отразить в учебных планах. Это системная инерция, а не случайный сбой.

М.А. Эскиндаров и В.В. Масленников указывают на фундаментальное противоречие: смена технологического уклада требует от образовательных систем скорости перестройки, несовместимой с логикой государственного стандартизированного регулирования [6]. Федеральные государственные образовательные стандарты обновляются раз в несколько лет, тогда как технологические изменения на рынке труда происходят практически непрерывно. Разрыв между циклом регуляторного обновления и скоростью трансформации профессий будет, по-видимому, только нарастать.

Дополнительным структурным фактором является территориальная неравномерность распределения образовательного потенциала. В.И. Гришин убедительно показывает, что концентрация ведущих университетов в нескольких агломерациях воспроизводит региональные диспропорции в качестве трудовых ресурсов [7]. Исследовательские вузы сосредоточены в Москве, Санкт-Петербурге и ещё 5-7 городах, тогда как подавляющая часть регионов обеспечивается образовательными услугами учреждений со значительно более скромным ресурсным потенциалом.

На рисунке 1 представлено схематическое соотношение ключевых факторов, определяющих разрыв между формальным уровнем образования и реальным качеством трудовых ресурсов в России.

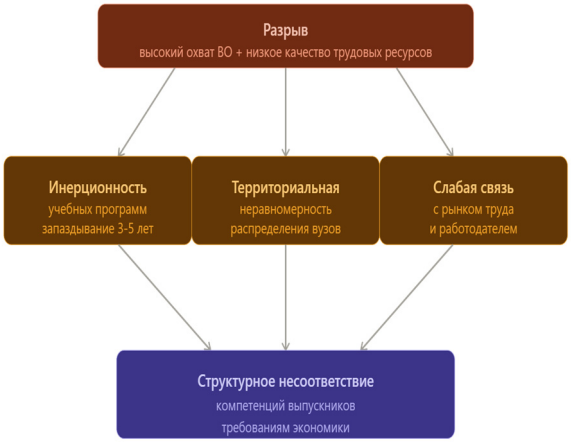


Рисунок 1. Факторы разрыва между формальным уровнем образования и качеством трудовых ресурсов в России
Составлено автором

Анализ зарубежного опыта и российской практики позволяет выделить несколько направлений, реализация которых способна существенно повысить качественное влияние высшего образования на трудовые ресурсы.

Первое направление связано с гибкостью образовательных программ. Необходим переход от жёстких унифицированных учебных планов к модульным программам с возможностью оперативного обновления дисциплин по мере изменения профессиональных стандартов. Л.В. Юрьева, Е.В. Долженкова и М.А. Казакова приводят убедительные данные о том, что вузы, внедрившие модульные программы, в среднем сокращают время адаптации выпускников на рабочем месте с 8 до 4 месяцев [8]. Это конкретный измеримый результат, а не абстрактный аргумент в пользу гибкости.

Второе направление охватывает расширение механизмов взаимодействия с работодателями. Речь идёт не о формальных советах работодателей при вузах, которые в большинстве случаев существуют лишь номинально, а о реальных механизмах участия бизнеса в проектировании образовательных программ и финансировании отдельных курсов. И.Н. Рогова фиксирует, что наиболее устойчивые форматы такой интеграции сложились в секторе информационных технологий, где крупные компании фактически берут под патронаж профильные кафедры [9].

Третье направление связано с развитием цифровых компетенций не как отдельного модуля учебного плана, а как сквозного принципа, пронизывающего все дисциплины. Н.В. Тарасова, И.П. Пастухова и С.Г. Чигрина предостерегают от формального подхода к цифровизации образования: добавление курса по работе с Excel или основам программирования не формирует цифровую культуру мышления, необходимую для работы в современной экономике [10]. Цифровая грамотность выпускника должна проявляться не в умении пользоваться конкретными инструментами, а в способности осваивать новые технологии самостоятельно.

Сводная характеристика предлагаемых направлений совершенствования системы высшего образования применительно к качеству трудовых ресурсов представлена в таблице 4.

Таблица 4
Направления повышения качественного влияния высшего образования на трудовые ресурсы России

Направление	Механизм реализации	Ожидаемый эффект	Зарубежный прототип
Гибкость образовательных программ	Переход на модульные учебные планы с ежегодным обновлением	Сокращение адаптационного периода выпускников	США, Великобритания
Интеграция с рынком труда	Участие работодателей в проектировании программ, совместные кафедры	Рост доли занятых по специальности до 70-75%	Германия (дуальная система)
Развитие цифровых компетенций	Сквозная цифровизация всех образовательных программ	Повышение инновационного индекса выпускников	Сингапур
Региональная выравниваемость	Сетевые программы ведущих вузов для регионов, дистанционные форматы	Сокращение территориальных диспропорций	Финляндия
Исследовательская активность студентов	Включение научно-исследовательских проектов в обязательную часть программы	Рост патентной активности и инновационного предпринимательства	Финляндия, США

Составлено автором

На рисунке 2 представлена схема взаимосвязи между элементами образовательной стратегии вуза и качеством формируемых трудовых ресурсов.

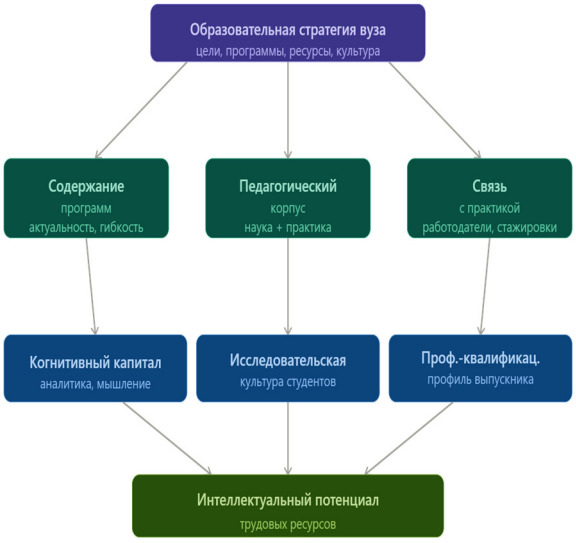


Рисунок 2. Механизм влияния образовательной стратегии вуза на качество трудовых ресурсов
Составлено автором

Заключение

Проведённый анализ позволяет сформулировать несколько содержательных выводов. Российская система высшего образования демонстрирует высокие количественные показатели охвата при выраженном качественном дефиците формируемых компетенций. Разрыв между формальным уровнем образования трудовых ресурсов и реальным инновационным потенциалом экономики объясняется не недостатком образованных людей, а структурными особенностями образовательных стратегий: инерционностью учебных планов, слабостью связей с работодателями и территориальной неравномерностью распределения качественного образования.

Сравнительный анализ зарубежных моделей показывает, что наиболее успешные системы (германская, финская, сингапурская) объединяет одна общая черта: стратегическая ориентация на конкретный тип компетенций, востребованных национальной экономикой, с соответствующей

перестройкой всей институциональной конфигурации вуза. Высокий охват высшим образованием сам по себе не обеспечивает высокого качества трудовых ресурсов, что наглядно демонстрирует опыт Южной Кореи и России.

Перспективными направлениями совершенствования отечественной системы высшего образования применительно к качеству трудовых ресурсов представляются переход к модульным образовательным программам, реальная (а не декларативная) интеграция с производством по германскому образцу и сквозное встраивание цифровых компетенций в логику всех учебных дисциплин. Реализация этих направлений потребует не только ресурсов, но и готовности к изменению самой управленческой логики регулирования высшей школы.

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 25.12.2023). М.: КонсультантПлюс, 2024.
2. Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». М.: КонсультантПлюс, 2020.
3. Авдеева Т.В. Вклад человеческого капитала в рост российской экономики / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом ВШЭ, 2023. 42 с.
4. Гришин В.И. Пространственное развитие экономики инноваций и кадры // Федерализм. 2023. № 2. С. 9-18.
5. Шабаева, С. В. Согласование интересов участников как инструмент успешного отраслевого стратегирования (на примере лесопромышленного комплекса России) / С. В. Шабаева, Г. В. Жукевич // Экономика промышленности. – 2024. – Т. 17, № 2. – С. 146-155. – DOI 10.17073/2072-1633-2024-2-1283. – EDN NBOHVW.
6. Лизина О.М., Федонина О.В. Влияние цифровизации экономики на состояние рынка труда // Контентус. 2023. № 7 (84). С. 93-100.
7. Рогова И.Н. Интеграция образования, науки и производства: проблемы и перспективы // Креативная экономика. 2023. № 5. С. 211-220.
8. Жукевич Г. В., Шабаева С.В. Интеграция цифровых инноваций для устойчивого развития рынка труда России. Социально-трудовые исследования. 2025;60(3):77-88. DOI: 10.34022/2658-3712-2025-60-3-77-8
9. Тарасова Н.В., Пастухова И.П., Чигрина С.Г. Высшее образование в эпоху цифровизации: проблемы и перспективы // Инновации в образовании. 2023. № 7. С. 43-52.
10. Эскиндаров М.А., Масленников В.В. Трансформация образовательного процесса в условиях смены технологического уклада // Вестник Финансового университета. 2023. № 2. С. 6-15.
11. Юрьева Л.В., Долженкова Е.В., Казакова М.А. Интеграция образования, науки и производства: региональный аспект // Экономика региона. 2022. № 4. С. 201-212.
12. Penprase B.E. The Fourth Industrial Revolution and Higher Education // Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution. Singapore: Palgrave Macmillan, 2023. P. 207-229.
13. Digital design in the HRM system as a component of the sustainable development strategy / O. Fokina, L. Goncharenko, T. Sobol [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023), Voronezh, Russian Federation, 23–25 октября 2023 года. – Les Ulis: EDP Sciences, 2024. – P. 05013. – DOI 10.1051/bioconf/20249305013. – EDN XSYRXW.
14. Statistical analysis of the integration of additive and information technologies for the artificial cultivation of plant cells / E. Bogodukhova, V. Britvina, V. Konyukhov [et al.] // BIO Web of Conferences : EBWFF 2023 - International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (Part 2), Blagoveschensk, 22–25 мая 2023 года. Vol. 65. – Les Ulis: EDP Sciences - Web of Conferences, 2023. – P. 01004. – DOI 10.1051/bioconf/20236501004. – EDN AHNMQX.
15. Ecological approaches to the formation of sustainable rural development / M. Nechaeva, A. Kuklin, E. Demidova [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 549. – P. 02009. – DOI 10.1051/e3sconf/202454902009. – EDN NKMHWQ.

The impact of higher education on the quality of the workforce: russian experience and global trends

Mottaeva A.B., Gubaidullin R.M., Solodar A.A.
Moscow University named after S.Y. Witte, ATiSO

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article is devoted to the analysis of the mechanisms of influence of higher education on the quality of labor resources in Russia and abroad. Based on a comparative analysis of data for 2022-2024, structural gaps have been identified between the educational strategies of Russian universities and the intellectual potential needs of the labor market. It has been established that the relationship between higher education coverage and labor productivity is nonlinear and is determined primarily by qualitative training parameters rather than quantitative coverage indicators. The systematization of foreign models of higher education has been carried out according to the criterion of their effectiveness in terms of the formation of qualified personnel. The directions of improving the educational strategies of Russian universities, taking into account the best international practices, are proposed.

Keywords: higher education, human resources, intellectual potential, quality of personnel training, educational strategy, digitalization, labor market, human capital.

References

1. Federal Law No. 273-FZ dated December 29, 2012 "On Education in the Russian Federation" (as amended on December 25, 2023). Moscow: ConsultantPlus, 2024.
2. Decree of the President of the Russian Federation dated July 21, 2020 No. 474 "On National Development Goals of the Russian Federation for the period up to 2030". Moscow: ConsultantPlus, 2020.
3. Avdeeva T.V. The contribution of human capital to the growth of the Russian economy. research. University of Higher School of Economics. Moscow: Publishing House of the Higher School of Economics, 2023. 42 p.
4. Grishin V.I. Spatial development of the economy of innovation and personnel // Federalism. 2023. № 2. pp. 9-18.
5. Shabaeva S.V., Zhukevich G.V. Coordination of interests of participants as a tool for successful sectoral strategizing (on the example of the Russian timber industry). Industrial economics. 2024;17(2):146–155. – DOI 10.17073/2072-1633-2024-2-1283. – EDN NBOHVW.
6. Lizina O.M., Fedonina O.V. The impact of digitalization of the economy on the labor market // Contentus. 2023. № 7 (84). pp. 93-100.
7. Rogova I.N. Integration of education, science and production: problems and prospects // Creative Economy. 2023. No. 5. pp. 211-220.
8. Zhukevich G. V., Shabaeva S.V. Integration of digital innovations for the sustainable development of the Russian labor market. Social and labor research. 2025;60(3):77-88. DOI: 10.34022/2658-3712-2025-60-3-77-8
9. Tarasova N.V., Pastukhova I.P., Chigrina S.G. Higher education in the era of digitalization: problems and prospects // Innovations in education. 2023. No. 7. pp. 43-52.
10. Eskindarov M.A., Maslennikov V.V. Transformation of the educational process in the context of a change in technological structure // Bulletin of the Financial University. 2023. No. 2. pp. 6-15.
11. Yuryeva L.V., Dolzhenkova E.V., Kazakova M.A. Integration of education, science and production: the regional aspect // The economy of the region. 2022. No. 4. pp. 201-212.
12. Penprase B.E. The Fourth Industrial Revolution and Higher Education // Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution. Singapore: Palgrave Macmillan, 2023. P. 207-229.
13. Digital design in the HRM system as a component of the sustainable development strategy / O. Fokina, L. Goncharenko, T. Sobol [et al.] // Bio web of conferences : International Scientific Forestry Forum 2023: Forest Ecosystems as Global Resource of the Biosphere: Calls, Threats, Solutions (Forestry Forum 2023), Voronezh, Russian Federation, 23–25 октября 2023 года. – Les Ulis: EDP Sciences, 2024. – P. 05013. – DOI 10.1051/bioconf/20249305013. – EDN XSYRXW.
14. Statistical analysis of the integration of additive and information technologies for the artificial cultivation of plant cells / E. Bogodukhova, V. Britvina, V. Konyukhov [et al.] // BIO Web of Conferences : EBWFF 2023 - International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (Part 2), Blagoveschensk, 22–25 мая 2023 года. Vol. 65. – Les Ulis: EDP Sciences - Web of Conferences, 2023. – P. 01004. – DOI 10.1051/bioconf/20236501004. – EDN AHNMQX.
15. Ecological approaches to the formation of sustainable rural development / M. Nechaeva, A. Kuklin, E. Demidova [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 549. – P. 02009. – DOI 10.1051/e3sconf/202454902009. – EDN NKMHWQ.

Формы организации дополнительного образования школьников в области разработки видеоигр: состояние и проблемы

Муравьева Юлия Александровна
ассистент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, yuliamuravyeva@yandex.ru

В статье на примере ниши разработки видеоигр анализируются три основные формы организации дополнительного образования детей и подростков: государственная, крупные сетевые компании и малый бизнес. Выявлены ключевые проблемы каждой формы на основе данных отраслевой статистики, опросов игровых студий и анализа ценовых предложений: дефицит мест и региональное неравенство в государственном секторе, рассогласованность коммерческих и образовательных интересов во франчайзинге, неустойчивость и низкая масштабируемость малого бизнеса. Показано, что все три формы не решают системную проблему разрыва между учебным портфолио и реальным трудоустройством выпускников. Сделаны выводы о необходимости выстраивания интеграции между образовательными программами и игровой индустрией (стажировки, партнёрства, независимая оценка качества). Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных в результате анализа результатов региональными и федеральными органами управления образованием, инвесторами и разработчиками программ для повышения эффективности дополнительного образования.

Ключевые слова: дополнительное образование, разработка видеоигр, организационные формы, государственное образование, франчайзинг, малый бизнес, кадровый резерв, ранняя профориентация, трудоустройство, теория сигналов.

Введение

Дополнительное образование школьников определяет возможности ранней профориентации и формирования кадрового резерва для высокотехнологичных отраслей, включая IT и игровую индустрию. Однако, несмотря на высокий спрос и заметные финансовые показатели, формы, лежащие в основе организации такого образования, остаются малоизученными, а их эффективность с точки зрения подготовки будущих специалистов – неочевидной. Особенно остро эта проблема стоит в новых, ещё не институционализированных направлениях, к числу которых относится разработка видеоигр. Поэтому системный анализ существующих форм организации, выявление их сильных и слабых сторон приобретает не только научную, но и практическую значимость.

Дополнительное образование школьников является одним из наиболее активно развивающихся сегментов российского рынка образовательных технологий. И хотя в 2023–2024 годах темпы прироста отрасли составляли 32–45%, то к началу 2025 года рост замедлился вдвое – до 12–16% [1]. Несмотря на это, совокупная выручка за третий квартал 2025 года лидеров рынка в этой сфере дополнительного образования составила около 41,9 млрд рублей [2]. А по итогам I квартала 2025 года рынок дополнительного образования школьников обогнал по темпу роста рынок дополнительного профессионального образования: 31,6% против 10,4% [3]. Рост школьного сегмента означает, что люди готовы платить за дополнительные занятия детей и делают это по разным причинам: от ранней профориентации до желания занять ребёнка творческой деятельностью.

Длительное время ниша дополнительного образования детей и подростков в области разработки видеоигр оставалась вне академического и предпринимательского внимания. Но сейчас она привлекает к себе всё большее внимание – и со стороны семей, и со стороны государства [4]. К тому же дети и подростки часто увлечены современными технологиями, поэтому для школьников и их родителей особенно привлекательны образовательные программы, на которых дети и подростки не только увлекательно проводят время, но и закладывают основу для карьеры в IT.

С одной стороны, потенциал развития рынка дополнительного образования школьников определяется тем, что российские семьи готовы платить за дополнительное образование детей. Согласно исследованию сервиса Т-Рассрочка, средний чек на дополнительные образовательные услуги вырос до 14 349 рублей к лету 2024 года [5] при медианном доходе на одного члена семьи 27 868 рублей [6]. Фактически семья тратит на услуги образования более половины дохода, приходящегося на одного человека.

С другой стороны, отечественный рынок образования в сфере разработки видеоигр только начал формироваться и поэтому пока не может предложить системного качества – только количество. Крупные компании, которые уже реализуют программы дополнительного образования для взрослых, только начинают начинают рассматривать детей и подростков как потенциальных потребителей услуг. На начало 2022 года только 15% из всех программ были ориентированы именно на детей и подростков [7]. К слову, популярная компания Skillbox лишь в декабре 2025 запустила направление Skillbox Kids [8].

В итоге на рынке сложились три основные организационные формы, которые по-разному решают задачу подготовки кадров для индустрии разработки видеоигр. Однако прежде, чем перейти к их анализу, необходимо понять, в каком состоянии находится сама игровая индустрия и почему она нуждается в притоке молодых кадров.

Основная часть

Создатели программ дополнительного образования в сфере видеоигр, так или иначе, ставят перед собой задачу пополнить рынок труда новыми квалифицированными специалистами. В теории это должно укрепить отечественную индустрию, которая нестабильна в настоящее время.

В 2022 году индустрию видеоигр в России затронули санкции [9], которые сделали невозможной работу многих компаний: часть была закрыта, часть покинула Россию [10]. Возник кадровый и проектный голод. По данным опроса Университета Иннополис [11], в котором были опрошены представители 100 игровых студий, 77% команд насчитывают в составе всего от 1 до 5 человек. Согласно этому же опросу, только 10% студий привлекают частные инвестиции, а 84% компаний используют

собственные средства или берут кредиты. В итоге рынок не может вырасти до устойчивых студийных структур и выстроить системную подготовку кадров, что лишь усугубляет исходную проблему.

Для стабильного развития индустрии работа над подготовкой новых кадров должна происходить со школьного возраста. Поэтому система дополнительного образования детей в сфере игровой разработки – это элемент более сложной экономической цепочки формирования кадрового резерва.

Какие экономические механизмы сегодня обеспечивают приток молодых специалистов через систему дополнительного образования детей? Для ответа на этот вопрос рассмотрим три организационные формы, сложившиеся в этой нише.

Государственное образование

Общая характеристика и охват. Согласно данным Минпросвещения РФ, в 2025 году в России работало 464 «Кванториума», которые реализовывали свои программы в том числе и на базе общеобразовательных школ [13]. Не менее обширно распространены центры «IT-куб» – их насчитывалось около 329 [14]. При университетах работали 30 «Домов научной коллаборации» [15]. Развивается и сеть «Мини-Сириус» – открыто уже 85 региональных центров [16]. В основе их деятельности лежат технологии Образовательного центра «Сириус», известного своими профильными сменами для талантливой молодёжи.

Монетизация и финансовая доступность. Регионы получают федеральные субсидии на развитие дополнительного образования. Например, в 2025 году конкурс прошли 13 субъектов РФ [17]. В частности, Новгородская область получила более 14,2 млн рублей на создание двух «Кванториумов» [18].

Бесплатные программы – главное преимущество государства в сфере дополнительного образования. К примеру, Яндекс Лицей, Кванториумы, IT-кубы, «Сириус» дают возможность учиться без прямых затрат для семьи. Однако у этой доступности есть два ключевых последствия – дефицит мест и география распространения кластеров подготовки. Например, на один «Кванториум» в среднем приходится несколько тысяч школьников в регионе [19]. Конкурс в «Яндекс Лицей» достигает 5–10 человек на место [20]. А в «Сириус» попадают в основном только победители региональных и всероссийских олимпиад. Бесплатность порождает ажиотажный спрос, который инфраструктура не способна удовлетворить. Что касается географического расположения, то в крупных городах (Москве, Санкт-Петербурге, Казани, Новосибирске и других) выбор программ огромен. В малом же городе с населением 50–100 тыс. человек узкопрофильных офлайн-программ часто нет вообще. Конечно, доступны и онлайн-программы. Но их освоение требует самодисциплины, а младшим школьникам, помимо этого, требуется ещё и помощь родителей в прохождении программ.

Качество образовательных программ. Глубокое погружение в профессию подразумевает несколько лет системной подготовки школьников. Такой уровень может предложить только узкопрофильное и комплексное учреждение. Например, Московская школа программистов (МШП), Яндекс Лицей или профильные смены «Сириуса». Подготовка близка к 1–2 курсам профильного вуза [20]. Дети и подростки изучают не только языки программирования, но и математику, алгоритмы, паттерны проектирования, базы данных и другое. Благодаря такой комплексной подготовке, выпускники уже после обучения могут претендовать на позицию младшего разработчика или стажёра в игровой студии.

Квалификация педагогов. В государственных технопарках похожая ситуация. Педагоги часто приходят из инженерной или научной среды. И, хотя они являются специалистами своего дела, но педагогические компетенции они приобретают на практике, а не в результате системного обучения [21]. К тому же работа со школьниками предполагает терпение, гибкость и вовлеченность преподавателя. Как и во многих бюджетных организациях, на одного преподавателя приходятся десятки детей в разных группах, поэтому на индивидуальный подход времени не остаётся.

Проблемы формы организации. Бесплатные услуги порождают высокий спрос, но не всегда высокое качество. Обновление оборудования и зарплаты педагогов зависят от региональных бюджетов, а те сильно разнятся от региона к региону. В итоге ребёнок из Москвы и ребёнок из небольшого города в отдалённых регионах получают разный уровень подготовки при формально одинаковом доступе.

Крупные сетевые компании (франчайзинг)

Общая характеристика и охват. Крупные сети вроде «Алгоритмики», «Компьютерной Академии ТОР» и «Coddy» давно заняли нишу платного дополнительного образования. Их бизнес-модель строится на масштабировании, стандартизации и весьма агрессивном маркетинге.

«Алгоритмика» – международная школа программирования для детей 6–17 лет. Ученики осваивают Python, создание игр и сайтов. В 2026 году стоимость одного занятия в школе начинается от 1146 рублей за онлайн-урок [23].

Школа «Coddy» с 2016 года принимает детей и подростков от 4 до 18 лет. Одно занятие по программированию детей для 6–7 лет стоит 938 рублей [34].

«Компьютерная Академия ТОР» имеет более 500 филиалов по всей стране. Если рассматривать конкретные программы, то одно занятие на курсе «Unity программирование для детей» стоит около 1420 рублей [25].

Монетизация и финансовая доступность. Форма организации этих проектов строится на двух принципах. Первый – это франчайзинг. Головная компания продаёт методики и бренд локальным предпринимателям, получая при этом регулярные отчисления. Второй – это высокая маржинальность. При себестоимости занятия около 2–3 тысяч рублей цена для клиента легко достигает 5–15 тысяч в месяц. Разница уходит на маркетинг и разработку новых курсов.

Качество образовательных программ. Проблема такого образования, в отличие от государственных программ, иная. Маркетинг часто важнее содержания. Для родителей, которые платят значительные суммы, это серьёзный риск. К тому же платные программы доступны по цене только семьям с доходом выше среднего уровня. Чек в 5–15 тысяч рублей в месяц – это в среднем 10–30% от зарплаты учителя или врача в регионе [26]. Рассрочки и кредиты значительно снижают порог входа для ребёнка из небогатой семьи, но не решают проблему полностью, ведь если семья не способна регулярно платить по 10 тысяч рублей в месяц, то ребёнок рискует потерять доступ к курсу.

Обучающиеся, как правило, изучают базовое программирование, но более системно (алгоритмы, структуры данных, работу с графикой). На занятиях школьники занимаются созданием полноценных игр, а не разрабатывают проекты из «конструктора» [27]. Однако глубина проработки проектов сильно ограничена временем и уровнем преподавателей. Выпускник подобного курса может создать портфолио из 2–3 игр, но для работы в индустрии ему потребуется ещё 1–2 года доучиваться самостоятельно или на курсах более высокого уровня.

Квалификация педагогов. Что касается педагогического состава, то в коммерческих сетях в качестве преподавателей выступают студенты старших курсов или выпускники. Они разбираются в программировании, но не имеют педагогического образования и опыта работы в игровой индустрии. Преподаватели часто не могут доступно объяснять сложные вещи, не знают возрастной психологии и не могут удержать мотивацию и внимание у обучающихся [28].

Проблемы формы организации. Главная проблема франчайзинговой организационной формы – это рассогласование интересов. Франчайзи платит за бренд и методику, не за результат обучения. Это бизнес, и его главная задача - заработать деньги. Для этого необходимо искать участников группы и собирать оплату. Поэтому качество образования становится вторичным, потому что это прямо не влияет на выручку в краткосрочном периоде. Если ребёнок бросает обучение из-за слабых педагогов или скучной программы, франчайзи просто набирает новых учеников – отток заложен в саму суть бизнес-модели. В итоге такой хаотичный подход не помогает создать новые кадры для индустрии.

Малый бизнес

Общая характеристика и охват. Помимо государственных организаций и сетевых компаний существуют и мелкие предприниматели. Это локальные кружки при школах и библиотеках или онлайн-курсы одного преподавателя. Порог входа для запуска новых курсов здесь крайне низок. Для запуска онлайн-курса по созданию игр в Scratch достаточно одного специалиста с компьютером и доступом в Интернет. Для офлайн-кружка – арендованного кабинета на несколько часов в неделю. Цены тоже заметно ниже: 1–3 тысячи рублей в месяц – это достаточно распространённая практика для малого бизнеса.

Монетизация и финансовая доступность. Эта форма организации представлена деятельностью микропредприятий, индивидуальных предпринимателей или самозанятых. У них нет таких расходов на маркетинг и бренд, как у сетевых компаний. При этом они могут менять программы, подстраиваться под запросы конкретных детей или групп, а также держать низкие цены. Но есть и сложности. Во-первых, многие предприниматели не имеют лицензии и работают «в серую», хотя это и стало сложнее из-за ужесточения законов [29]. Во-вторых, как правило, такие программы зависят от одного-двух специалистов. Хоть качество обучения может быть высоким, с уходом ключевого педагога программы станут

менее результативны. В-третьих, у таких предпринимателей ограниченные возможности для масштабирования, чтобы эффект от образовательной деятельности был значительным в масштабах целой страны.

Качество образовательных программ. Большинство представителей малого бизнеса могут предложить только поверхностный уровень подготовки. Как правило, он включает в себя знакомство с инструментами. Ребёнок научится перемещать спрайты в Scratch, собирать игры в Roblox Studio, создать первый уровень в Unity, но из-за возможностей этой формы обучающийся полноценно не сможет познакомиться с архитектурой кода, оптимизацией, работой в команде.

Квалификация педагогов. У самозанятых педагогов ситуация непредсказуемая. Преподаватель может быть высококлассным профессионалом-энтузиастом, который сумеет увлечь школьников, а может быть человеком без опыта и образования. Никакой внешней проверки качества обучения нет, поскольку лицензия на осуществление их деятельности в РФ не требуется.

Проблемы формы организации. Неустойчивость – это главная проблема малого бизнеса. Низкий порог входа оборачивается и низким порогом выхода, поскольку подобные проекты держатся на преподавателях-энтузиастах и с их уходом реализация программ становится затруднена. К тому же отсутствие лицензий и контроля создаёт «серую» зону, где качество не гарантировано.

Выход выпускников на рынок

Независимо от формы организации, все выпускники сталкиваются с общей проблемой – разрывом между портфолио и реальным трудоустройством.

Практически все программы дополнительного образования обещают на выходе портфолио, которое школьник соберёт во время обучения. Однако качество портфолио, его связь с реальной работой и показатель компетенций может различаться. Тем не менее, даже на базовом уровне подготовки дети получают мотивацию и знакомятся с профессиональными инструментами. И хотя это важно для поддержания интереса у детей 7–10 лет, этого явно недостаточно для того, чтобы считать программы полноценной «кузницей кадров» (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение форм организации по предлагаемым портфолио и развиваемым компетенциям (составлена автором)

Форма организации	Уровень	Пример проекта портфолио	Развиваемые компетенции	Недостатки программ
Государство	Продвинутый (Яндекс Лицей, МШП, Сириус)	Полноценное приложение или игра с кодом, документацией, тестами [30]	Алгоритмы, архитектура кода, базы данных, проектное мышление	Программ очень мало; высокая нагрузка; отсутствие связи с реальной игровой студией
Франчайзинг	Средний (Skillbox Kids, Академия TOP)	2D-игра на Python/Pygame, проект в Unity [25]	Базовое программирование, структуры данных	Курс короткий (6–9 мес.); выпускник не дотягивает до junior; нужны 1–2 года дообучения
Малый бизнес	Начальный (iKODe)	Простые игры в Scratch, Roblox Studio, первый уровень в Unity [32]	Мотивация, первичные навыки, знакомство с инструментами	Нет системной работы с алгоритмами, архитектурой, командой; качество зависит от конкретного педагога

Возникает ситуация, когда инвестиции семьи в образование не приводят к выбору будущей профессии и трудоустройству: программа пройдена, а рынок труда не воспринимает таких соискателей. Сертификаты об окончании курсов даже в нише «взрослого» образования не воспринимаются как аргумент при приёме на работу [30]. В теории сигналов Майкла Спенса [31] сертификат или портфолио являются маркером, но не достоверным сигналом качества. Поэтому для государства важно не только поддерживать разработку и реализацию программ, но и выстраивать системную интеграцию образования и индустрии. Помимо этого, необходимо разработать способ независимого оценивания качества, чтобы сертификат об окончании стал не только маркером, но и значимым фактором при приёме на работу.

Заключение

Итак, анализ форм организации дополнительного образования школьников в сфере разработки игр показал, что в их реализации есть проблемы, которые мешают формированию системного образования в сфере видеоигр. Многие из этих проблем специфичны не только для этой ниши рынка образования, но и для всей сферы дополнительного образования в целом. Обозначим их.

1. Высокая стоимость при нестабильном и не гарантированном качестве. Стоимость обучения на программах может доходить до 15 тысяч рублей в месяц, но сама программа не может гарантировать качество обучения. Зачастую пробные уроки показывают лучшее, что есть в программе, а основная программа может оказаться слабой. В итоге родители платят за обещания, а не за навыки.

2. Коммерциализация важнее содержания. В частных сетях маркетинговый бюджет может превышать бюджет на разработку и проведение самих программ. Сетевые компании тратят большие суммы на создание привлекательных сайтов, вебинаров-продаж и реализацию бесплатных уроков. Агрессивный маркетинг работает, но не гарантирует качественной программы.

3. Нехватка очных программ в малых городах. Онлайн-формат удобен взрослым и подросткам, у которых сформировалось представление о самодисциплине и есть необходимая техника и программное обеспечение для прохождения онлайн-курсов. Но для детей 7–10 лет, а также для семей с низким доходом такое обучение не подходит. В малом городе реализовать качественную очную программу очень сложно.

4. Квалификация преподавателей. Отсутствие профильного или педагогического образования у специалистов из IT-сферы, а также высокая нагрузка в госучреждениях снижают эффективность даже качественных программ.

5. Разрыв между обучением и возможностью трудоустройства. Школьник заканчивает курсы, получает сертификат и портфолио. Но в игровую студию его возьмут не скоро из-за возраста, отсутствия опыта и связей. Недостаток полноценной связи между образованием и будущей работой мешает развитию индустрии в России. Нет стажировок для подростков. Нет партнёрств устроителей курсов с игровыми студиями. Нет понятного будущего карьерного трека.

Формирование связи между всеми цепочками подготовки кадров для такой специфической отрасли как отрасль разработки видеоигр – это вызов не только для системы дополнительного образования в России. Это вызов для всей отечественной индустрии видеоигр, которая должна провести полную перезагрузку и сформировать действенную экосистему для воспитания новых кадров.

Практическая значимость работы заключается в выявлении системных проблем трех форм организации дополнительного образования в сфере разработки видеоигр для детей и подростков. Сделанные выводы позволяют региональным властям, частным инвесторам и разработчикам программ оценить не столько финансовую, сколько кадровую эффективность каждой организационной формы. Эти выводы помогут им сфокусироваться на создании недостающих элементов экосистемы (таких как стажировки, партнёрства с индустрией и независимая оценка качества образования), чтобы отечественная индустрия видеоигр смогла стать конкурентоспособной на мировом рынке.

Литература

1. Юрасова Ю. Онлайн-образование топчется на месте // Коммерсантъ. 2026. №17. С. 7.
2. ED Tech. Edtech-рынок вырос в 2025 году на 12%. 2026. URL: https://edtechs.ru/analitika-i-intervyu/edtech-rynok-vyros-v-2025-godu-na-12/ (дата обращения: 18.04.2026).
3. Smart Ranking. Детское онлайн-образование обогнало взрослое по выручке. URL: https://smartranking.ru/ru/analytics/edtechs/detskoe-onlajn-obrazovanie-obognalo-vzrosloe-po-vyruchke/ (дата обращения: 18.04.2026).
4. ICT.Moscow. Обзор трендов EdTech 2025 года. 2025. URL: https://ict.moscow/analytics/obzor-trendov-edtech-2025-goda/ (дата обращения: 20.04.2026).
5. Т-Банк. Исследование Т-Рассрочки: за последние 2 года оборот рассрочек на детское образование увеличился в 2 раза. 10.09.2024. URL: https://www.tbank.ru/about/news/10092024-t-installment-research-over-past-2-years-turnover-of-installments-for-childrens-education-has-doubled/ (дата обращения: 20.04.2026).
6. Бессонова Е., Иванова Н., Москалев А. Финансы российских домохозяйств в 2024 году : аналитическая записка. — Москва : Центральный банк Российской Федерации, 2025. — С. 7. — URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/177096/analytic_note_20250609_dip.pdf (дата обращения: 22.04.2026).
7. Исенеков С. Количество образовательных программ в геймдеве за год увеличилось в 1,5 раза. URL: https://vkplay.ru/media/news/kolichestvo-obrazovatelnyh-programm-v-gejmdeve-za-god-uvelichilos-v-15-raza-1/ (дата обращения: 22.04.2026).

8. Мамиконян О. Skillbox запускает линейку образовательных курсов для детей и подростков // Forbes. URL: https://www.forbes.ru/forbeslife/551479-skillbox-zapuskaet-linejku-obrazovatel-nyh-kursov-dla-detej-i-podrostkov (дата обращения: 22.04.2026).

9. Стогова Е. Разработчики игр — РБК: «Никто не ожидал, что Google превратится в тыкву» // РБК. 22.09.2023. URL: https://www.rbc.ru/newspaper/2023/09/22/650981609a7947cee1392aff (дата обращения: 22.04.2026).

10. App2Top. 46% российских разработчиков игр живут за рубежом. URL: https://app2top.ru/our_research/46-rossijskih-razrabotchikov-igr-zhivut-za-rubezhom-221227.html (дата обращения: 23.04.2026).

11. Иннополис. Опрос российских разработчиков игр. 2025. URL: https://innopolis.university/filespublic/Presentation%20Gamedev%2012.03.pdf (дата обращения: 20.04.2026).

12. Шаг в будущее: какое дополнительное образование получают дети в России? URL: https://национальныепроекты.рф/mediaProjects/dopolnitelnoe-obrazovanie-v-rossii/ (дата обращения: 20.04.2026).

13. Минпросвещения России. Ключевые результаты Национального проекта «Образование» по итогам 2019–2024 годов. URL: https://edu.gov.ru/national-project/results/ (дата обращения: 23.04.2026).

14. Минпросвещения России. Федеральные проекты. Цифровая образовательная среда. URL: https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/ (дата обращения: 23.04.2026).

15. Самарский государственный технический университет. Дом научной коллаборации. URL: https://samgtu.ru/dnk (дата обращения: 23.04.2026).

16. Образовательный центр «Сириус». Как найти Сириус в своём регионе в 2025 году. URL: https://sochisirius.ru/news/7116 (дата обращения: 23.04.2026).

17. МедиаПрофи. Объявлены 13 номинантов Всероссийского конкурса «ПРО Образование – 2025». URL: https://mpcenter.ru/novosti/1153/ (дата обращения: 23.04.2026).

18. Новгородская областная Дума. В Боровичах и Великом Новгороде в 2024 году будут созданы два кванториума. URL: https://novoblduma.ru/infocenter/news/v-borovichakh-i-velikom-novgorode-v-2024-godu-budut-sozdany-dva-kvantoriuma/ (дата обращения: 23.04.2026).

19. Администрация города Владимира. Мониторинг социально-экономического развития города Владимира за I квартал 2025 года. URL: https://www.vladimir-city.ru/economics/economics/targets/%D0%9C%D0%9E%D0%9D%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%A0%D0%98%D0%9D%D0%93%20%D0%92%D0%9B%D0%90%D0%94%D0%98%D0%9C%D0%98%D0%A0%201%20%D0%BA%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB%202025%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0.pdf (дата обращения: 23.04.2026).

20. Абитуриент.ру. Яндекс Лицей на базе университета: взгляд изнутри. URL: https://www.abiturient.ru/news/158476 (дата обращения: 23.04.2026).

21. Яндекс Лицей. Сертификат выпускника Лицея. URL: https://lyceum.yandex.ru/graduates (дата обращения: 23.04.2026).

22. Хомяк С. А., Максимова А. В. Адаптация наставника детского технопарка «Кванториум 42» // Образование. Карьера. Общество. 2021. №3 (70). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-nastavnika-detskogo-tehnoparka-kvantorium-42 (дата обращения: 20.04.2026).

23. Алгоритмика. Цены. URL: https://online.algoritmika.org/price#!/tab/1197561281-2 (дата обращения: 23.04.2026).

24. Zoon.ru. Школа программирования и дизайна для детей и подростков Coddy. URL: https://zoon.ru/msk/trainings/shkola_programmirovaniya_i_dizajna_dlya_detej_i_podrostkov_coddy_na_metro_novatorskaya/price/ (дата обращения: 23.04.2026).

25. Компьютерная Академия TOP (Выборг). Курс «Unity программирование для детей» за 6 месяцев. URL: https://vbg.top-academy.ru/education/programming-unity (дата обращения: 23.04.2026).

26. Владимирстат. Заработная плата работников организаций Владимирской области за январь 2026 года. 2026. URL: https://33.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/01-%D0%97%D0%9F%20%D0%B7%D0%B0%20%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C%202026.pdf (дата обращения: 23.04.2026).

27. Skillbox Kids. Курс по разработке игр на Unity для детей. URL: https://kids.skillbox.ru/courses/unity-pro (дата обращения: 23.04.2026).

28. Шакирова М. Страна выученных уроков. Почему рынок детского онлайн-образования сдает экзамен на выживание. URL: https://incrussia.ru/understand/rynok-detskogo-onlajn-obrazovaniya/ (дата обращения: 23.04.2026).

29. Кузнецов Г. Как инфобизнесу строить отношения с государством и законно работать в 2025 году. URL: https://blog.whiteedtech.ru/blog/kak-infobiznesu-stroit-otnosheniya-s-gosudarstvom-i-zakonno-rabotat-v-2025-godu/

30. Яндекс Лицей. Основы программирования на Python. URL: https://lyceum.yandex.ru/python (дата обращения: 23.04.2026).

31. КодКласс. Официальный сайт школы программирования для детей. URL: https://code-class.ru/ (дата обращения: 23.04.2026).

32. Тишина Ю. Игра на выживание. Что происходит с российским геймдевом и где студии ищут деньги и аудиторию. URL: https://incrussia.ru/understand/videogames_podderzh/ (дата обращения: 23.04.2026).

33. Spence M. Job Market Signaling // Quarterly Journal of Economics. 1973. Vol. 87, No. 3. P. 355–374. DOI:10.2307/1882010.

Organizational forms of supplementary education for schoolchildren in video game development: status and problems

Muraveva I.A.

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletovs

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Using the niche of video game development as an example, this article analyzes three main organizational forms of extracurricular education for children and adolescents: state-funded, large network companies (franchising), and small businesses. Based on industry statistics, surveys of game development studios, and price analysis, the key problems of each form are identified: shortage of places and regional inequality in the state sector, misalignment of commercial and educational interests in franchising, and instability and low scalability of small businesses. It is shown that none of the three forms solve the systemic problem of the gap between the educational portfolio and the actual employment of graduates. The article concludes that integration between educational programs and the game industry (internships, partnerships, independent quality assessment) is necessary. The practical significance of the work lies in the possibility of using the obtained results by regional and federal education authorities, investors, and program developers to improve the effectiveness of extracurricular education.

Keywords: extracurricular education, video game development, organizational forms, state education, franchising, small business, talent pool, early career guidance, employment, signaling theory.

References

1. Yurasova Yu. Online education is stagnating // Kommersant. 2026. No. 17. P. 7.
2. ED Tech. Edtech market grew by 12% in 2025. 2026. URL: https://edtechs.ru/analitika-i-intervyu/edtech-rynok-vyros-v-2025-godu-na-12/ (accessed: 18.04.2026).
3. Smart Ranking. Children's online education overtook adult education in revenue. URL: https://smartranking.ru/ru/analytics/edtechs/detskoe-onlajn-obrazovanie-obognalo-vzrosloe-po-vyruchke/ (accessed: 18.04.2026).
4. ICT.Moscow. EdTech Trends 2025 review. 2025. URL: https://ict.moscow/analytics/obzor-trendov-edtech-2025-goda/ (accessed: 20.04.2026).
5. T-Bank. T-Installment study: over the past 2 years, the turnover of installments for children's education has doubled. 10.09.2024. URL: https://www.tbank.ru/about/news/10092024-t-installment-research-over-past-2-years-turnover-of-installments-for-childrens-education-has-doubled/ (accessed: 20.04.2026).
6. Bessonova E., Ivanova N., Moskalev A. Finances of Russian households in 2024: analytical note. Moscow: Central Bank of the Russian Federation, 2025. P. 7. URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/177096/analytic_note_20250609_dip.pdf (accessed: 22.04.2026).
7. Isenekov S. The number of educational programs in game development increased by 1.5 times over the year. URL: https://vkplay.ru/media/news/kolichestvo-obrazovatelnyh-programm-v-gejmdeve-za-god-uvelichilos-v-15-raza-1/ (accessed: 22.04.2026).
8. Mamikonyan O. Skillbox launches a line of educational courses for children and teenagers // Forbes. URL: https://www.forbes.ru/forbeslife/551479-skillbox-zapuskaet-linejku-obrazovatel-nyh-kursov-dla-detej-i-podrostkov (accessed: 22.04.2026).
9. Stogova E. Game developers — RBC: "No one expected Google to turn into a pumpkin" // RBC. 22.09.2023. URL: https://www.rbc.ru/newspaper/2023/09/22/650981609a7947cee1392aff (accessed: 22.04.2026).
10. App2Top. 46% of Russian game developers live abroad. URL: https://app2top.ru/our_research/46-rossijskih-razrabotchikov-igr-zhivut-za-rubezhom-221227.html (accessed: 23.04.2026).
11. Innopolis. Survey of Russian game developers. 2025. URL: https://innopolis.university/filespublic/Presentation%20Gamedev%2012.03.pdf (accessed: 20.04.2026).
12. Step into the future: what extracurricular education do children receive in Russia? URL: https://национальныепроекты.рф/mediaProjects/dopolnitelnoe-obrazovanie-v-rossii/ (accessed: 20.04.2026).
13. Ministry of Education of Russia. Key results of the National Project "Education" for 2019–2024. URL: https://edu.gov.ru/national-project/results/ (accessed: 23.04.2026).
14. Ministry of Education of Russia. Federal projects. Digital educational environment. URL: https://edu.gov.ru/national-project/projects/cos/ (accessed: 23.04.2026).
15. Samara State Technical University. House of Scientific Collaboration. URL: https://samgtu.ru/dnk (accessed: 23.04.2026).
16. Educational Center "Sirius". How to find Sirius in your region in 2025. URL: https://sochisirius.ru/news/7116 (accessed: 23.04.2026).
17. MediaProfi. 13 nominees of the All-Russian competition "PRO Education – 2025" announced. URL: https://mpcenter.ru/novosti/1153/ (accessed: 23.04.2026).

Стратегическое управление проектной деятельностью университета с учетом теории управления стейкхолдерами

Пышков Никита Игоревич
старший преподаватель кафедры статистики и анализа данных, РАНХиГС, pyshkov-ni@ranepa.ru,

Фролова Виктория Юрьевна
преподаватель кафедры менеджмента, РАНХиГС, frolova-vy@ranepa.ru

В данной статье исследовано влияние стейкхолдеров на формирование стратегии управления университетом как проектно-ориентированной организацией в контексте реализации программы «Приоритет-2030». Проведена оценка эффективности проектной деятельности российских университетов с использованием данных международного рейтинга Times Higher Education. В результате этапа моделирования взаимосвязи между оценкой эффективности проектной деятельности и позицией в рейтинге подтверждена корреляционная зависимость с помощью коэффициента корреляции Спирмена, который показал значимую обратно-пропорциональную зависимость (r_s = -0,574; $p < 0,01$). Полученные результаты подтверждают целесообразность учета положений теории стейкхолдеров при формировании стратегии управления университетом.

Ключевые слова: управление университетом, проектная деятельность, стейкхолдеры, рейтинг вузов, корреляция Спирмена, «Приоритет-2030».

Введение

Современный университет, подобно любой организации, ориентированной на достижение результата, нуждается в выборе адекватной управленческой парадигмы, учитывающей специфику его деятельности и создающей предпосылки для продуктивного взаимодействия всех участников. Это обусловливает потребность в разработке и применении инструментария, способного обеспечить системное управление внутренними процессами и сформировать информационно-аналитическую основу, достаточную для принятия обоснованных управленческих решений, решая проблемы стратегического характера.

Повышенную значимость задачи стратегического менеджмента в сфере высшего образования обретают в свете реализации инициативы Программы Министерства науки и высшего образования РФ «Приоритет-2030», в рамках которой предусматривается углубление кооперации между академическими и научными структурами с целью выстраивания региональных центров исследовательского превосходства [5]. В этой связи становится актуальной проблема организации совместной проектной деятельности вузов и научных организаций в интересах реального сектора экономики, что требует от руководства учебных заведений формирования принципиально новых стратегических подходов к выстраиванию проектной работы в центрах научного развития [5]. Поэтому, сегодня актуален вопрос организации совместной проектной деятельности университетов и научных центров: чтобы отвечать на запросы реального сектора экономики. Это требует от руководителей учебных заведений применение нового стратегического подхода к организации проектной деятельности [1, 6, 10].

Таким образом, достижение обозначенных задач неизбежно предполагает, что вузы приступят к масштабному пересмотру структуры бизнес-процессов, переосмыслению вектора стратегического развития и освоению новых инструментов управления трансформационными изменениями [6].

На протяжении последних двадцати лет в отечественной управленческой науке концепция заинтересованных сторон последовательно утверждается в качестве признанного инструмента принятия решений как на федеральном, так и на региональном уровнях. Адаптация зарубежного управленческого опыта к условиям современной российской практики стратегического управления вызвано важностью экономических реформ в России. Несмотря на отсутствие препятствий к внедрению устоявшихся глобальных стандартов, в условиях возросшей геополитической нестабильности возникает вопрос об аргументации использовании теории управления стейкхолдерами в рамках управления университетом. Рассматривая университет с позиции проектно-ориентированной организации, становится актуальной проблема обеспечения требуемого уровня управления проектной деятельностью университета в долгосрочной перспективе с помощью теории управления его заинтересованными сторонами [4, 9, 10].

Целью настоящего исследования является оценка влияния теории управления стейкхолдеров на процессы управления университетом как проектно-ориентированной организацией. Для достижения поставленной цели в исследовании поставлены следующие задачи: обосновать подход к оценке эффективности проектной деятельности университета; выявить зависимость в собранных данных об оценке проектной деятельности университета, учитывающей влияние стейкхолдеров и эффективностью управления; описать применимость теории управления стейкхолдерами к стратегическому управлению университетом.

Теоретический (методологические) подходы

Интерес заинтересованных сторон к проектным результатам университетов во многом формируется через механизм международных рейтингов, которые не только стимулируют межвузовскую конкуренцию, но и служат инструментом формирования долгосрочного репутационного капитала. Так, в методологии рейтинговой системы Times Higher Education (THE) 33% итогового балла определяется на основе репутационного опроса, включающего вопросы о качестве взаимодействия академических структур с промышленным сектором [14]. В рейтинге QS совокупная оценка высшего учебного заведения включает оценивание респондентами репутации в научной и бизнес-средах, составляющих соответственно 40% и 10% [15].

Так, выстроенный трансфер технологий между университетом и бизнесом играет существенную роль в его рейтинге. Помимо этого, положительный имидж учебного учреждения способствует формированию научных кадров, что способствует надежному и эффективному механизму формированию новых знаний и их трансфера в бизнес-среду [8].

В 2025 году рейтинговым агентством RAEX составлен международный рейтинг MosIUR, который включает оценку университетов по 16 показателям. Несмотря на то, что ведущие мировые университеты США и континентальной Европы традиционно занимают лидирующие позиции в рейтинге, университеты стран БРИКС активно развивают все стороны взаимодействия с бизнес-средой и составляют половину рейтинга (рисунок 1). Результаты исследования показывают, что высокие показатели «третьей миссии» у университетов БРИКС в сравнении с научными достижениями североамериканских вузов отражают различие в стратегических приоритетах. Университеты западных стран преимущественно ориентированы на решение научно-исследовательских задач и коммерциализацию своей деятельности, тогда как вузы стран БРИКС делают акцент на общественном служении и содействии экономическому развитию своих государств [2].

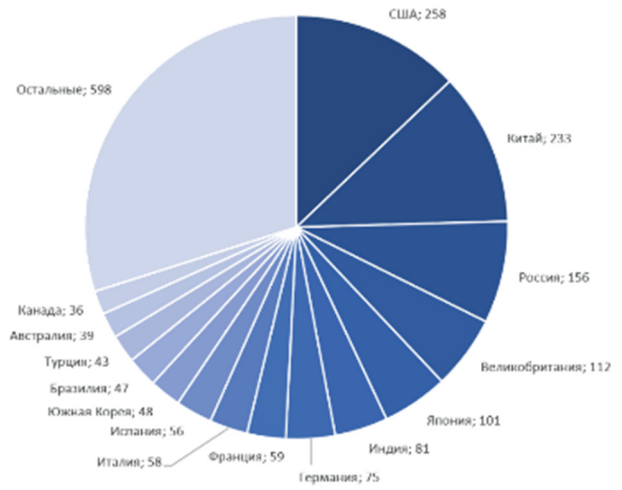


Рисунок 1. Страны-лидеры по представленности в рейтинге «Три миссии университета» в 2025 году (исследование MosIUR агентства RAEX) [2].

Таким образом, в настоящем исследовании использование имеющихся данных рейтинга Times Higher Education обусловлено в большей степени методологией, которая в явном виде предоставляет оценку о взаимодействии университетов с бизнес-средой. Показатели отраслевого дохода и репутационные оценки со стороны академического и профессионального сообществ формируют значимую долю итогового балла, что делает THE релевантным инструментом для изучения трансфера знаний и коммерциализации научной деятельности. Данная характеристика позволяет рассматривать рейтинг THE в качестве надёжной эмпирической базы для анализа корреляционных связей между оценками рейтингов университетов и результатами их проектной деятельности в контексте взаимодействия с заинтересованными сторонами.

Методы и результаты исследования

Для измерения эффективности проектной деятельности университета в аспекте их взаимодействия с бизнесом — в части передачи знаний и коммерциализации научных разработок — был задействован рейтинг Times Higher Education «University Impact Rankings for UN SDG 9: industry, innovation and infrastructure». Данный инструмент представляет собой сводную рейтинговую оценку исследовательских университетов по образовательному, научно-исследовательскому и социальному направлениям их деятельности [12]. Применительно к последней миссии авторы рейтинга апеллируют к соответствию университетской деятельности Целям устойчивого развития ООН. Данные представлены в виде рейтинговых оценок каждого вуза в разрезе годов и стран [13]. Выборка включает 60 российских университетов из числа 1156 университетов, представленных в базе данных по всему миру.

В соответствии с принятой методологией рейтинговый показатель определяется по формуле нормирования значений [13]:

$$x_i = \frac{a_i - a_{min}}{a_{max} - a_{min}} \quad (1)$$

где:

x_i – балл показателя i,

a_i – значение i-го показателя

a_{max} – максимальное значение показателя i,

a_{min} – минимальное значение показателя i.

Полученные рассчетные значения по каждому университету взвешивались и суммировались по показателям [13].

В исследовании сформулирована гипотеза о существовании обратной связи между оценкой проектной деятельности университета, определяемым характером его кооперации с бизнес-средой, и занимаемой им рейтинговой позицией. Поскольку выборочные данные из рейтинга THE не соответствуют нормальному распределению, то для количественной оценки степени взаимосвязи предложено использовать ранговый коэффициент Спирмена, вычисляемый по формуле [11]:

$$r_s = 1 - \frac{\sum d^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

где:

d – разность между рангами значений признаков x_i и y_i,

n – число парных наблюдений.

С учётом поправки на связанные ранги получено итоговое значение коэффициента ранговой корреляции: $r_s = -0{,}574$. При уровне значимости $p < 0{,}01$ рассчитанное значение коэффициента является статистически значимой, а выявленная ранговая связь между переменными — достаточно выраженной.

При интерпретации полученного результата следует учесть особенности исходных признаков: переменная X представлена балльными оценками, а переменная Y — порядковыми рейтинговыми позициями, при которых меньшее числовое значение соответствует более высокому месту в рейтинге. Это объясняет отрицательный знак коэффициента при наличии фактической прямой связи между ними. Согласно шкале Чеддока в таблице 1, полученное абсолютное значение r_s соответствует интервалу $(0{,}5 < |r| \leq 0{,}7)$, что свидетельствует о наличии заметной связи между оценкой проектной деятельности вуза и его рейтинговой позицией.

Таблица 1
Шкала Чеддока

Коэффициент ранговой корреляции Спирмена	Характеристики взаимосвязи между факторами
$\|r\| \leq 0{,}1$	слабая корреляция
$0{,}3 < \|r\| \leq 0{,}5$	умеренная корреляция
$0{,}5 < \|r\| \leq 0{,}7$	заметная корреляция
$0{,}7 < \|r\| \leq 0{,}9$	сильная корреляция
$0{,}9 < \|r\| \leq 1$	очень сильная корреляция

Обсуждение результатов

Выявленные закономерности дают основания утверждать, что при анализе проектной деятельности университета, во многом определяемой качеством стратегического планирования, ключевую роль играют показатели, характеризующие эффективности взаимодействия университета с заинтересованными сторонами. Установив наличие связи между оценкой проектной деятельности учебного заведения и его рейтинговой позицией, при формировании стратегии управления университетом, как проектно-ориентированной организаций, необходимо учитывать процессы управления стейкхолдерами. Так, стейкхолдер-ориентированный способ формирования стратегии определяется как систематический подход к идентификации, анализу и учёту интересов всех заинтересованных сторон в процессе разработки и реализации стратегических решений [7].

Теория управления стейкхолдерами предполагает, что эффективная деятельность организации невозможна без согласования интересов ключевых групп: студентов, преподавательского состава, работодателей, органов государственного управления, научных партнёров и инвесторов. Применительно к вузу это означает, что стратегия развития должна формироваться с учётом ожиданий и запросов каждой из этих групп [3]. Международные рейтинги, в свою очередь, косвенно отражают степень удовлетворённости стейкхолдеров: показатели академической репутации, вовлечённости работодателей и международного сотрудничества напрямую связаны с тем, насколько эффективно вуз выстраивает отношения с заинтересованными сторонами.

Стоит отметить, что ранговый коэффициент Спирмена, применённый для измерения тесноты связи между исследуемыми признаками, постоянен относительно любых монотонно возрастающих преобразований шкалы измерения. Иными словами, он адекватно согласуется с порядковым уровнем измерения, что существенно для дальнейшей оценки динамики рассматриваемых зависимостей. Таким образом, коэффициент ранговой корреляции Спирмена сохраняет свою состоятельность как метод

оценки статистической взаимосвязи между качественными переменными вне зависимости от указанных изменений, несмотря на возможные изменения размеров показателей в методике расчета рейтинга, которые служат исходными данными для анализа.

Заключение

Проведённое исследование позволило подтвердить гипотезу о существовании статистически значимой обратной корреляционной связи между оценкой проектной деятельности российских университетов с учётом влияния заинтересованных сторон и соответствующими рейтинговыми позициями по версии Times Higher Education. Полученные данные подтверждают методологическую состоятельность стейкхолдерской концепции как важной методологической основы стратегического управления университетом в контексте проектно-ориентированного подхода. Указанная концепция предполагает комплексный учёт интересов всей совокупности заинтересованных сторон при формировании стратегии университета, что, согласно результатам проведённого исследования, оказывает положительное воздействие на его позиции в международных рейтингах и обусловливает повышение конкурентоспособности на рынке образовательных услуг. В рамках дальнейшего исследования необходимо более подробно описать полученную зависимость в рамках проведения превечного исследования в результате анкетирования.

Литература

1. Аганбегян, А. Г. О приоритетах социальной политики : монография / А. Г. Аганбегян. — Москва : Дело РАНХиГС, 2018. — 512 с. — ISBN 978-5-7749-1376-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/143404
2. Московский международный рейтинг вузов «Три миссии университета»: итоги девятого выпуска рейтинга. 2025. URL: https://mosiur.org/files/analytics/TMU2025-Rus_Web_04.pdf
3. Демурчян, Л. Р. Модель эффективного управления проектной деятельностью вуза с учетом влияния стейкхолдеров / Л. Р. Демурчян, Н. И. Пышков // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 6. – С. 84-90. – EDN PTYDML.
4. Коречков Юрий Викторович Процессный подход к управлению организацией высшего образования // Вестник евразийской науки. 2017. №3 (40). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/protsessnyy-podhod-k-upravleniyu-organizatsiey-vysshego-obrazovaniya.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729 "О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030". URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105210040
6. Пышков, Н. И. Вклад российских компаний с эффективной системой управления финансами и рисками в корпоративную социальную ответственность / Н. И. Пышков // Бизнес. Образование. Право. – 2021. – № 3(56). – С. 229-234. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.56.382. – EDN NVZMYN.
7. Репин В. В., Елиферов В. Г. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. М.: МИФ. 2013. 544 с.
8. Соловьев, О. Н. Влияние мировых рейтингов на повышение качества / О. Н. Соловьев, В. П. Демкин // Открытое и дистанционное образование. – 2019. – № 1(73). – С. 5-12. – DOI 10.17223/16095944/73/1. – EDN ZCDAPB
9. Харисова А. З. Инструментарий оценки конкурентоспособности вуза на основе процессно-ориентированного подхода, Дис., канд. экон. наук: ВАК РФ 08.00.05. А. З. Харисова – М., 2013. – 157 с.
10. Чилова Э. Г. Применение процессно-проектного подхода к построению систем управления организациями, Дис., канд. экон. наук: ВАК РФ 08.00.05. Э. Г. Чилова – М., 2019. – 155 с.
11. Achterkamp M.C., Vos J.F.J. Investigating the use of the stakeholder notion in project management literature, a meta-analysis. International Journal of Project Management. Vol. 26, No. 7. P.749–757.
12. Times Higher Education. University Impact Rankings for UN SDG 9: industry, innovation and infrastructure. URL https://www.timeshighereducation.com/impactrankings/industry-innovation-and-infrastructure
13. Times Higher Education, About THE's rankings – Methodology (URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/about-the-times-higher-education-world-university-rankings)
14. Rebeka Lukman, Damjan Krajnc, Peter Glavič, University ranking using research, educational and environmental indicators, Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 7, 2010, Pages 619-628, ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.015.
15. The QS World University Rankings – Methodology. URL: https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/methodology

Strategic Management of University Project Performance: A Stakeholder Management Approach

Pyshkov N.I., Frolova V.Y.

RANEPA

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The present study examines the influence of interested parties on the formation of governance frameworks for higher education institutions conceptualized as project-driven organizations within the context of the federal program "Priority-2030." An empirical assessment of project-oriented performance at Russian universities was conducted utilizing data derived from the Times Higher Education international ranking system. Through the construction of a regression model reflecting the interplay between project activity performance indicators and institutional ranking positions, a statistically significant inverse association was established via Spearman's rank correlation analysis ($r_s = -0.574$; $p < 0.01$). The findings substantiate the expediency of integrating the conceptual foundations of stakeholder theory into the development of institutional management strategies at the university level.

Keywords: university management, project activities, stakeholders, university rankings, Spearman's correlation, Priority-2030.

References

1. Aganbegyan, A. G. On the Priorities of Social Policy: A Monograph / A. G. Aganbegyan. — Moscow: Delo RANHiGS, 2018. — 512 p. — ISBN 978-5-7749-1376-3. — Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: https://e.lanbook.com/book/143404
2. Moscow International University Ranking "The Three Missions of the University": Results of the Ninth Edition of the Ranking. 2025. URL: https://mosiur.org/files/analytics/TMU2025-Rus_Web_04.pdf
3. Demurchyan, L. R. A Model for Effective Management of University Project Activities Taking into Account the Influence of Stakeholders / L. R. Demurchyan, N. I. Pyshkov // Innovations and Investments. – 2022. – No. 6. – Pp. 84–90. – EDN PTYDML.
4. Yuri Viktorovich Korechkov. A Process-Based Approach to the Management of Higher Education Institutions // Bulletin of Eurasian Science. 2017. No. 3 (40). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/protsessnyy-podhod-k-upravleniyu-organizatsiey-vysshego-obrazovaniya.
5. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 729 of May 13, 2021, "On Measures to Implement the 'Priority-2030' Strategic Academic Leadership Program." URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105210040
6. Pyshkov, N. I. The Contribution of Russian Companies with Effective Financial and Risk Management Systems to Corporate Social Responsibility / N. I. Pyshkov // Business. Education. Law. – 2021. – No. 3(56). – Pp. 229–234. – DOI 10.25683/VOLBI.2021.56.382. – EDN NVZMYN.
7. Repin, V. V., & Eliferov, V. G. A Process Approach to Management. Business Process Modeling. Moscow: MIF, 2013. 544 pp.
8. Solovyov, O. N. The Impact of Global Rankings on Quality Improvement / O. N. Solovyov, V. P. Demkin // Open and Distance Education. – 2019. – No. 1(73). – Pp. 5–12. – DOI 10.17223/16095944/73/1. – EDN ZCDAPB
9. Kharisova, A. Z. Tools for Assessing University Competitiveness Based on a Process-Oriented Approach, Ph.D. thesis in Economics: Higher Attestation Commission of the Russian Federation 08.00.05. A. Z. Kharisova – Moscow, 2013. – 157 pp.
10. Chilova E. G. Application of a Process-Project Approach to Building Organizational Management Systems, Dissertation, Candidate of Economic Sciences: Higher Attestation Commission of the Russian Federation 08.00.05. E. G. Chilova – Moscow, 2019. – 155 pp.
11. Achterkamp M.C., Vos J.F.J. Investigating the use of the stakeholder notion in project management literature, a meta-analysis. International Journal of Project Management. Vol. 26, No. 7. P.749–757.
12. Times Higher Education. University Impact Rankings for UN SDG 9: industry, innovation and infrastructure. URL https://www.timeshighereducation.com/impactrankings/industry-innovation-and-infrastructure
13. Times Higher Education, About THE's rankings – Methodology (URL: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/about-the-times-higher-education-world-university-rankings)
14. Rebeka Lukman, Damjan Krajnc, Peter Glavič, University ranking using research, educational and environmental indicators, Journal of Cleaner Production, Volume 18, Issue 7, 2010, Pages 619-628, ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.015.
15. The QS World University Rankings – Methodology. URL: https://www.topuniversities.com/world-university-rankings/methodology

Интеграция нейросетевых решений в корпоративное управление: перспективы развития и ключевые риски

Родионов Евгений Александрович
аспирант, Московский финансово-промышленный университет «Синергия», rodionov.eugene@mail.ru

Статья посвящена анализу направлений интеграции нейросетевых решений в корпоративное управление с акцентом на экономический эффект, институциональные ограничения и риски управленческой трансформации. Исследование опирается на сочетание сравнительного анализа научных публикаций, нормативных документов, публичных корпоративных кейсов и логико-структурного моделирования сценариев внедрения. Рассматриваются нейросетевые инструменты, применяемые в стратегическом планировании, управлении персоналом, аналитике, внутреннем контроле, управлении рисками и поддержке решений совета директоров. Показано, что ценность нейросетей в корпоративном управлении формируется за счет повышения скорости обработки слабоструктурированных данных, снижения транзакционных издержек и расширения горизонта прогнозирования. Одновременно возрастает значимость правовой определенности, алгоритмической прозрачности, информационной безопасности и разграничения ответственности между менеджментом, собственниками и разработчиками цифровых систем. В работе выделены ключевые группы рисков: стратегические, правовые, этические, кадровые, кибернетические, репутационные и когнитивные. Предложена матрица управленческой зрелости внедрения нейросетевых решений и система мер по снижению негативных эффектов.

Ключевые слова: нейросетевые решения, корпоративное управление, искусственный интеллект, цифровизация, совет директоров, управление рисками, алгоритмическая прозрачность.

Введение

Темпы развития технологий искусственного интеллекта изменили конфигурацию корпоративного управления быстрее, чем большинство организаций успели перестроить внутренние регламенты, контуры контроля и модели ответственности. Нейросетевые решения из экспериментального инструмента обработки данных превратились в прикладной управленческий ресурс, который используется при прогнозировании спроса, оценке контрагентов, выявлении отклонений в операционных процессах, сегментации клиентов, автоматизации комплаенс-процедур и формировании аналитических материалов для топ-менеджмента. Для корпораций это означает переход от цифровизации отдельных функций к пересмотру логики принятия решений.

Экономическая природа такой трансформации хорошо объясняется через инновационный подход Й. А. Шумпетера, рассматривавшего инновации как двигатель развития и источник структурного обновления хозяйственной системы. В корпоративной среде нейросети выступают не частным техническим улучшением, а механизмом перераспределения управленческих преимуществ. Компании, сумевшие встроить алгоритмическую аналитику в цикл планирования, получают прирост в скорости реакции, точности прогнозов и плотности контроля. Компании, ограничившиеся точечной автоматизацией, сталкиваются с фрагментацией данных и ростом внутренних издержек координации.

Государственный и наднациональный уровни регулирования подтверждают, что речь идет не о локальном технологическом тренде, а о долгосрочном институциональном сдвиге. В российской повестке значимость искусственного интеллекта зафиксирована в обновленной Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года, в приоритетах проекта «Экономика данных», а также в публичных заявлениях о необходимости повышения производительности труда на базе цифровизации. Международный уровень демонстрирует сходную динамику: ООН формирует консультативные механизмы по управлению ИИ, а европейский регулятор развивает риск-ориентированный подход к правовому режиму применения таких технологий. Для корпоративного управления это означает усиление давления сразу по двум линиям: по линии технологической конкуренции и по линии нормативного соответствия [1].

Научная литература последних лет показывает устойчивый рост интереса к использованию ИИ в корпоративной сфере. Исследователи анализируют автоматизацию процессов, цифровую трансформацию управленческих систем, возможности интеллектуальной поддержки советов директоров, а также правовые и этические аспекты алгоритмических решений. В работах О. Л. Толмачева, А. П. Андруника, А. С. Воробьева, М. И. Никишовой и других авторов показано, что цифровизация корпоративного управления создает эффект повышения экономической эффективности, но одновременно порождает проблему предвзятости алгоритмов, дефицита прозрачности и неочевидности распределения ответственности. При этом в научной дискуссии пока недостаточно проработан вопрос о том, как именно нейросетевые решения меняют архитектуру корпоративного управления на стыке стратегии, контроля, кадровой политики и риск-менеджмента.

Пробел исследования связан и с тем, что значительная часть публикаций рассматривает искусственный интеллект либо слишком широко, либо исключительно с технологической стороны. Корпоративное управление требует иной рамки анализа. Здесь необходимо оценивать не только функциональную полезность модели, но и ее влияние на баланс полномочий между советом директоров, исполнительным руководством, службой внутреннего контроля, подразделениями информационной безопасности и внешними стейкхолдерами. Нейросеть в корпоративной системе не является нейтральным инструментом: она перераспределяет доступ к информации, меняет скорость управленческого цикла, повышает зависимость от качества данных и создает новые точки уязвимости.

Актуальность темы настоящей работы состоит в систематизации нейросетевых решений как элемента корпоративной архитектуры, а не только как цифрового сервиса; в выделении трех уровней их воздействия — операционного, тактического и стратегического; в построении матрицы ключевых выгод и рисков внедрения; в формулировании модели управленческой зрелости, позволяющей увязать степень интеграции нейросетей с требованиями к корпоративному контролю и правовой регламентации.

Цель исследования заключается в выявлении перспектив развития нейросетевых решений в корпоративном управлении и в определении ключевых рисков, ограничивающих их эффективное и безопасное использование. Для достижения цели решаются четыре задачи: анализируются направления внедрения нейросетей в управленческий цикл корпорации; характеризуются методы исследования и база анализа; раскрываются эффекты и риски интеграции; формулируются практические рекомендации по регламентации и поэтапному внедрению.

Методология

Исследование основано на междисциплинарном подходе, сочетающем методы экономического анализа, институционального анализа, сравнительного правового анализа и элементы прикладной корпоративной диагностики. Такая комбинация позволяет оценить нейросетевые решения не как изолированную технологию, а как объект включения в управленческую систему компании.

Методологическое ядро работы составили пять групп методов.

Первая группа — анализ научной литературы и экспертных публикаций по проблематике искусственного интеллекта, цифровой трансформации, корпоративного управления и риск-менеджмента. Сопоставлялись работы, посвященные автоматизации бизнес-процессов, интеллектуальной поддержке управленческих решений, цифровому профилированию персонала, правовым аспектам ИИ и корпоративной ответственности.

Вторая группа — анализ нормативных и стратегических документов. В работе учитывались положения обновленной Национальной стратегии развития искусственного интеллекта в Российской Федерации до 2030 года, стратегических документов в области научно-технологического развития, а также международные подходы к регулированию ИИ.

Третья группа — кейс-анализ публично известных примеров использования ИИ в управленческих контурах компаний. Рассматривались случаи интеграции алгоритмических систем в аналитику, подбор персонала, клиентское обслуживание, риск-модели, а также прецеденты символического или частичного включения ИИ в процессы высшего корпоративного управления. Подобные кейсы не дают полного статистического покрытия рынка, однако позволяют увидеть реальные сценарии использования и институциональные барьеры.

Четвертая группа — логико-структурное моделирование. На его основе была сформирована схема влияния нейросетевых решений на корпоративное управление через четыре канала: данные, процедуры, полномочия, ответственность.

Пятая группа — качественная риск-оценка с элементами экспертной матрицы. Риски были сгруппированы по источнику возникновения, масштабу последствий и сложности контроля. На этой базе выстроена таблица сопоставления перспектив и угроз.

Эмпирическая база исследования включала: российские и зарубежные научные публикации 2022–2025 годов; материалы деловых форумов, посвященных цифровой экономике и искусственному интеллекту; публичные сообщения крупных компаний о применении ИИ; официальные документы органов государственной власти и международных организаций. В качестве статистических инструментов использовались методы структурной группировки, сравнительной оценки, логической классификации и матричного анализа. Количественная модель с эконометрическим расчетом в статье не строилась, поскольку доступность сопоставимых корпоративных массивов данных по уровню внедрения нейросетей ограничена коммерческой закрытостью.

Исследовательская гипотеза сформулирована следующим образом: интеграция нейросетевых решений в корпоративное управление обеспечивает рост эффективности и качества решений только при одновременном развитии механизмов корпоративного контроля, правовой регламентации, защиты данных и распределения ответственности. При отсутствии этих условий цифровая интеграция может повышать не эффективность, а системный риск.

Для проверки гипотезы были использованы три аналитических вопроса. Первый: в каких функциях корпоративного управления нейросетевые решения дают наибольший эффект. Второй: какие риски возникают при переносе алгоритмических инструментов из операционной среды в стратегическую. Третий: какие организационные меры позволяют удержать баланс между инновацией и контролем.

Результаты и обсуждение

Нейросетевые решения входят в корпоративное управление поэтапно. Сначала они закрывают узкие прикладные задачи: обработку запросов, классификацию документов, прогнозные расчеты, выявление аномалий, оценку поведения клиентов. Затем алгоритмы получают доступ к управленческим дашбордам, аналитическим панелям и сценарным моделям. После этого начинается более глубокая перестройка: система влияет не только на сбор информации, но и на логику распределения управленческого внимания.

Именно здесь появляется ключевой сдвиг. Корпорация начинает принимать решения в режиме избытка алгоритмически обработанных сигналов.

Перспективы внедрения нейросетей в корпоративное управление связаны прежде всего с пятью направлениями: стратегический анализ, управление рисками, HR-контур, внутренний контроль, управление клиентскими и партнерскими данными. В каждом из этих направлений нейросеть сокращает временной лаг между получением сигнала и формированием управленческой реакции [2].

Например, в финансовом секторе алгоритмы уже используются для антифрод-аналитики, скоринга, мониторинга операций и автоматического выявления нетипичных паттернов поведения. В производственных и логистических компаниях нейросети применяются для прогнозирования спроса, оптимизации запасов и анализа отказов оборудования. В корпоративных центрах крупных экосистем ИИ встроен в процессы маршрутизации задач, формирования отчетности и оценки клиентских траекторий. На уровне HR нейросетевые инструменты сортируют массивы резюме, определяют соответствие компетенций вакансии, анализируют динамику вовлеченности персонала. Даже частичный перенос этих функций на интеллектуальные системы снижает транзакционные издержки и увеличивает пропускную способность управленческого аппарата.

Эффект наиболее заметен там, где объемы данных велики, а цена запоздалого решения высока. Если компания обрабатывает миллионы транзакций в сутки, ручной контроль оказывается не просто дорогим, а неполным. Алгоритм в таком случае дает не только экономию ресурсов, но и иной уровень наблюдаемости за системой. При этом ценность возникает не от самого факта автоматизации, а от возможности связать разрозненные данные в единый контур принятия решений.

Таблица 1
Направления интеграции нейросетевых решений в корпоративное управление

Направление применения	Управленческая функция	Ожидаемый эффект	Основные ограничения
Стратегическая аналитика	Подготовка сценариев, прогнозов, оценка рыночных сигналов	Ускорение стратегического цикла, повышение точности прогноза	Непрозрачность модели, зависимость от качества исторических данных
Управление рисками	Выявление аномалий, антифрод, раннее предупреждение	Снижение вероятности потерь, рост чувствительности к отклонениям	Ложноположительные и ложноотрицательные сигналы
HR и организационное развитие	Подбор, адаптация, оценка вовлеченности, обучение	Сокращение времени найма, персонализация развития	Риск дискриминации и ошибочной фильтрации кандидатов
Внутренний контроль и комплаенс	Мониторинг операций, контроль процедур, анализ документов	Увеличение плотности контроля, снижение ручной нагрузки	Правовые риски обработки персональных и коммерческих данных
Поддержка высшего менеджмента	Подготовка аналитики для совета директоров и CEO	Рост скорости обработки информации, расширение спектра сценариев	Неопределенность ответственности за решения на основе рекомендаций ИИ
Клиентский и партнерский контур	Сегментация, прогноз поведения, выявление оттока	Повышение точности взаимодействия и качества сервиса	Репутационные риски при ошибках модели

Таблица 1 отражает основные направления интеграции нейросетевых решений в корпоративное управление. Корпоративное управление в такой конфигурации меняется по двум линиям. Первая линия — функциональная. Нейросети сокращают рутинную нагрузку и высвобождают время руководителей для работы с нестандартными задачами. Вторая линия — институциональная. Система управления начинает зависеть от алгоритмической инфраструктуры, а значит, становится критичным вопрос о том, кто формирует набор данных, кто валидирует модель, кто интерпретирует результат, и кто несет ответственность за ошибку.

Это особенно заметно на уровне совета директоров и генерального директора. Публичные дискуссии о возможности замены руководителя искусственным интеллектом обычно строятся вокруг технологического оптимизма или сенсационности. Более продуктивен другой вопрос: какие элементы работы руководителя могут быть переданы нейросетям уже сейчас. Ответ достаточно конкретен. Машина эффективна в оценке больших массивов данных, в поиске слабых корреляций, в сценарном моделировании, в формировании предупреждающих сигналов. Руково-

дитель сохраняет критическую роль в выборе целей, в оценке конфликтующих интересов, в переговорах, в управлении неопределенностью и в принятии решений при дефиците формализуемых критериев.

Поэтому тезис о полной замене органов управления нейросетью в среднесрочной перспективе не подтверждается корпоративной практикой. Но подтверждается другое: менеджер, использующий нейросетевую поддержку, получает преимущество перед менеджером, работающим исключительно в традиционной аналитической модели.

Проблема начинается там, где компания пытается перенести логику операционной автоматизации на стратегический уровень без изменения системы контроля. Если нейросеть используется для отбора кредитных заявок или приоритизации клиентских обращений, ошибку можно локализовать и скорректировать сравнительно быстро. Если та же степень доверия переносится на M&A-оценки, кадровые назначения, стратегические инвестиции или решения о выходе на новый рынок, цена непрозрачного алгоритма возрастает многократно.

Ключевые риски интеграции нейросетевых решений в корпоративное управление можно разделить на семь групп.

Первая группа — информационно-технологические риски. Нейросеть требует больших массивов данных, устойчивой инфраструктуры и защищенных каналов доступа. Чем глубже интеграция модели в бизнес-процессы, тем выше потенциальный ущерб от утечки данных, компрометации модели или внешнего вмешательства. Для корпораций с распределенной ИТ-архитектурой это означает рост требований к кибербезопасности, управлению доступом и резервированию.

Вторая группа — правовые риски. Регулирование искусственного интеллекта развивается быстрее, чем корпоративные регламенты. Компания может обладать технической возможностью использовать модель, но не иметь достаточной юридической базы для обработки данных, автоматизированного профилирования или объяснения принятого решения. Особенно это касается персональных данных, коммерческой тайны, внутрикорпоративной информации и внешних контрактных обязательств [3].

Третья группа — риски агоритмической предвзятости. Нейросеть воспроизводит структуру обучающих данных. Если историческая выборка содержит перекосы, они закрепляются в управленческих рекомендациях. В HR-контуре это может означать систематическое недооценивание части кандидатов. В кредитной аналитике — ошибочные ограничения. В системе оценки эффективности — смещение критериев в пользу формально измеряемых, но не всегда стратегически значимых результатов.

Четвертая группа — риски ответственности. В корпоративном управлении нельзя оставить без ответа вопрос о субъекте решения. Если нейросеть рекомендует стратегический шаг, а менеджмент одобряет его без достаточной проверки, ответственность не исчезает. Она становится более сложной для распределения. Возникает цепочка: разработчик модели, поставщик данных, внутренний аналитик, профильный директор, генеральный директор, совет директоров. При отсутствии закрепленных процедур любая ошибка переходит в зону конфликта и репутационных потерь.

Пятая группа — кадровые риски. Автоматизация изменяет структуру занятости не абстрактно, а внутри конкретной компании. Часть функций редуцируется, часть требует переквалификации, часть появляется впервые. Если организация внедряет нейросети быстрее, чем обучает персонал работе с ними, возникает эффект скрытого саботажа, снижения качества интерпретации результатов и усиления внутреннего сопротивления.

Шестая группа — репутационные риски. Ошибка нейросети, особенно при работе с клиентами, сотрудниками или публично значимыми решениями, быстро выходит за пределы компании. Для крупной корпорации один случай некорректного алгоритмического решения может иметь больший репутационный ущерб, чем экономический. Причина в том, что рынок воспринимает цифровую ошибку как системный дефект управления [4].

Седьмая группа — когнитивные риски. По мере роста доверия к нейросетевым системам менеджмент может утрачивать критическую дистанцию. Возникает эффект автоматизированного согласия, при котором аналитический вывод модели воспринимается как более объективный, чем он есть в действительности.

Таблица 2 систематизирует ключевые риски и соответствующие механизмы. Обсуждение результатов показывает, что перспективы внедрения нейросетей не сводятся к вопросу эффективности в узком операционном понимании. На более глубоком уровне речь идет о перераспределении управленческого знания. Ранее власть в корпорации опиралась на доступ к информации и на способность ее интерпретировать. Нейросетевая аналитика частично меняет это соотношение: доступ к данным становится менее дефицитным, а способность критически интерпретировать результат алгоритма становится новым источником управленческого преимущества [5].

Таблица 2
Ключевые риски интеграции нейросетевых решений в корпоративное управление

Группа риска	Проявление в корпоративном управлении	Возможные последствия	Меры снижения
Информационно-технологический	Утечки данных, компрометация модели, сбои	Финансовые потери, остановка процессов, санкции	Шифрование, разграничение доступа, резервирование, аудит инфраструктуры
Правовой	Отсутствие оснований для автоматизированной обработки и профилирования	Споры, штрафы, претензии контрагентов и сотрудников	Внутренние регламенты, правовая экспертиза, документирование процессов
Алгоритмическая предвзятость	Смещенные рекомендации в HR, скоринге, оценке эффективности	Дискриминационные эффекты, снижение качества решений	Аудит датасетов, тестирование модели, контроль объяснимости
Ответственность	Неясность субъекта принятия решения	Управленческий конфликт, рост исковых рисков	Матрица полномочий, фиксация роли человека в финальном решении
Кадровый	Сопротивление персонала, дефицит компетенций	Снижение эффективности внедрения, ошибки интерпретации	Обучение, переквалификация, цифровая адаптация сотрудников
Репутационный	Публичные ошибки системы	Потеря доверия инвесторов, клиентов, партнеров	Коммуникационный протокол, система реагирования, контроль качества
Когнитивный	Чрезмерное доверие к алгоритму	Ослабление управленческой критики, стратегические просчеты	Обязательная экспертная валидация

Это меняет и роль совета директоров. Если раньше совет во многом полагался на агрегированную отчетность, то теперь он получает потенциальную возможность работать с более динамичной аналитикой, альтернативными сценариями и системой раннего предупреждения. Одновременно возрастает риск «иллюзии полной видимости», когда богатство цифровых индикаторов создает ощущение управляемости даже в условиях высокой внешней неопределенности. Чем сложнее рынок, тем опаснее путать прогнозную мощность модели с гарантией результата.

Корпоративная практика показывает, что наиболее устойчивые результаты достигаются не там, где нейросеть используется максимально широко, а там, где ее внедрение институционально оформлено. Речь идет о наличии четырех обязательных элементов: регламента доступа к данным, процедуры валидации модели, закрепления ответственности за использование результатов, независимого внутреннего контроля. Без этих элементов нейросетевой проект остается технологическим экспериментом, даже если демонстрирует краткосрочную экономию.

В практическом плане целесообразно различать четыре уровня управленческой зрелости внедрения нейросетевых решений.

На первом уровне нейросети применяются фрагментарно, без интеграции в корпоративный цикл. Это пилоты и локальные сервисы [6].

На втором уровне они встроены в отдельные функции: маркетинг, клиентский сервис, HR, антифрод. Экономический эффект уже заметен, но управление рисками остается реактивным.

Третий уровень предполагает сквозную интеграцию нейросетевой аналитики в систему управления рисками, бюджетирования, контроля и планирования. Здесь возникает потребность в единых стандартах данных и в регулярном алгоритмическом аудите [7].

Четвертый уровень — управляемая институциональная интеграция, при которой нейросетевые решения становятся частью архитектуры корпоративного управления, а не отдельным ИТ-продуктом. Такой уровень требует участия совета директоров, службы внутреннего аудита, подразделения по комплаенсу и юридической функции в едином контуре контроля.

Для российских компаний этот вопрос особенно значим по трем причинам. Первая причина — ускорение государственной цифровой повестки и концентрация ресурсов в проектах экономики данных. Вторая — необходимость повышения производительности труда и управленческой эффективности в условиях возрастающей сложности рынков. Третья — потребность в технологическом суверенитете и в развитии собственных цифровых платформ. На этом фоне нейросетевые решения становятся не факультативным инструментом, а элементом конкурентной устойчивости [8].

Заключение

Проведенное исследование показало, что интеграция нейросетевых решений в корпоративное управление представляет собой структурное

изменение управленческой модели корпорации. Нейросети усиливают аналитическую функцию менеджмента, ускоряют обработку информации, повышают качество прогнозирования, расширяют возможности внутреннего контроля и создают основу для более точного управления рисками. Их наибольшая ценность проявляется в среде, где объем данных значителен, скорость реакции критична, а управленческие решения требуют постоянного сопоставления множества параметров.

Вместе с тем внедрение нейросетей в корпоративное управление не является технологически нейтральным процессом. Оно изменяет распределение полномочий, повышает зависимость от качества данных, создает новые юридические и кибернетические угрозы, обостряет вопрос о пределах автоматизации и о субъекте ответственности. Нейросеть не устраняет управленческий риск; она перераспределяет его и делает менее заметным при слабой системе контроля [9].

Результаты исследования подтверждают выдвинутую гипотезу: положительный эффект интеграции достигается только при синхронном развитии корпоративных механизмов контроля, правовой регламентации, защиты данных и процедур экспертной валидации. Без этих условий цифровая трансформация может приводить к росту непрозрачности, предвзятости и репутационных потерь.

Практические рекомендации сводятся к следующему. Компаниям необходимо внедрять нейросетевые решения поэтапно, начиная с функций, где эффект измерим и риск локализуем. Для каждого сценария использования требуется закреплять допустимый набор данных, уровень автономности алгоритма, процедуру проверки результата человеком и порядок документирования решений. Совету директоров целесообразно включать в повестку вопросы алгоритмического контроля, цифровой ответственности и независимого аудита моделей. Исполнительному менеджменту требуется формировать внутренние стандарты объяснимости и качества данных. HR-функция должна сопровождать внедрение программами обучения и переквалификации. Юридический блок и комплаенс обязаны участвовать в проектировании ИИ-решений на ранней стадии, а не после запуска.

Перспективы дальнейших исследований связаны с построением отраслевых моделей зрелости нейросетевого управления, с разработкой количественных показателей эффективности и надежности алгоритмических решений, с анализом практик внутреннего аудита ИИ и с изучением влияния нейросетевой аналитики на поведение совета директоров и топменеджмента [10]. Отдельного внимания требует сопоставление централизованных и децентрализованных моделей внедрения ИИ в крупных корпоративных структурах.

Нейросетевые решения в обозримом будущем не заменят корпоративное управление как институт. Они изменят его содержание, требования к компетенциям руководителей и логику корпоративного контроля. Устойчивое преимущество получат те компании, которые сумеют соединить технологическую скорость с юридической определенностью, алгоритмическую мощность с организационной ответственностью, цифровую инновацию с дисциплиной принятия решений.

Литература

1. Андруник А. П., Воробьев А. С. Применение технологий искусственного интеллекта в системе корпоративного управления // Экономика, управление, право: актуальные вопросы и векторы развития : сборник статей X Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2023. – С. 124–129.
2. Замена человека искусственным интеллектом. – URL: https://tass.ru/ekonomika/ 18313799?ysclid=ltpnybc58y508559324 / (дата обращения: 07.04.2026).
3. Никишова М. И. Применение технологий искусственного интеллекта в системе корпоративного управления : дис. … канд. экон. наук. – М., 2022.
4. Первый робот-учитель в Индии. – URL: https://tass.ru/obschestvo/20169791?ysclid= lto2qsbaps852572292 / (дата обращения: 07.04.2026).
5. Прикладные аспекты применения искусственного интеллекта и нейросетевых технологий. – М. : Русайнс, 2024.
6. Сможет ли искусственный интеллект заменить врача? Интервью «Российской газете» доктора медицинских наук Валерия Ивановича Вечорко. – URL: https:// rg.ru/2024/02/29/valerij-vechorko-rasskazal-smozhet-li-iskusstvennyj-intellekt-zamenitvracha.html?ysclid=lto4wcarec713275167 / (дата обращения: 07.04.2026).
7. Толмачев О. Л. Применение технологий искусственного интеллекта в системе корпоративного управления // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13. – № 4А. – С. 883–889.
8. Шумпетер Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / пер. с нем В. С. Автономова, М. С. Любского, А. Ю. Чепуренко и др. – М. : Эксмо, 2022. – (Антология экономической мысли).
9. Chen L., Zaharia M., Zou J. How Is ChatGPT's Behavior Changing over Time? – URL: https://arxiv.org/pdf/2307.09009.pdf (дата обращения: 07.04.2026).
10. Антон Валерьевич Фроликов, Александр Евгеньевич Трубин, Александр Николаевич Алексахин, Андрей Михайлович Нечаев Перспективы и риски применения технологии искусственного интеллекта в корпоративном управлении // Вестник РЭА им. Г. В. Плеханова. 2025. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-riski-primeneniya-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-korporativnom-upravlenii (дата обращения: 07.04.2026).

Integration of Neural Network Solutions into Corporate Governance: Development Prospects and Key Risks

Rodionov E.A.

Moscow Financial and Industrial University "Synergy"

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article analyzes the areas of integration of neural network solutions into corporate governance, focusing on the economic impact, institutional constraints, and risks of management transformation. The study is based on a combination of comparative analysis of scientific publications, regulatory documents, public corporate cases, and logical-structural modeling of implementation scenarios. The article examines neural network tools used in strategic planning, HR management, analytics, internal control, risk management, and board decision support. It is shown that the value of neural networks in corporate governance stems from increased processing speed of semi-structured data, reduced transaction costs, and expanded forecasting horizons. At the same time, the importance of legal certainty, algorithmic transparency, information security, and the delineation of responsibilities between management, owners, and developers of digital systems is growing. The paper identifies key risk groups: strategic, legal, ethical, personnel, cyber, reputational, and cognitive. A management maturity matrix for the implementation of neural network solutions and a system of measures to mitigate negative effects are proposed.

Keywords: neural network solutions, corporate governance, artificial intelligence, digitalization, board of directors, risk management, algorithmic transparency.

References

1. Andrunik A. P., Vorobyov A. S. Application of Artificial Intelligence Technologies in the Corporate Governance System // Economics, Management, Law: Current Issues and Development Vectors: Collection of Articles from the 10th International Scientific and Practical Conference. – Petrozavodsk, 2023. – pp. 124–129.
2. Replacing Humans with Artificial Intelligence. – URL: https://tass.ru/ekonomika/18313799?ysclid=ltpnybc58y508559324 / (date accessed: 07.04.2026).
3. Nikishova M. I. Application of Artificial Intelligence Technologies in the Corporate Governance System: Diss. … Cand. Sci. (Econ.). – Moscow, 2022.
4. The First Robot Teacher in India. – URL: https://tass.ru/obschestvo/20169791?ysclid= lto2qsbaps852572292 / (date accessed: 07.04.2026).
5. Applied aspects of artificial intelligence and neural network technologies. – Moscow: Rusains, 2024.
6. Can artificial intelligence replace doctors? An interview with Doctor of Medical Sciences Valery Ivanovich Vechorko for Rossiyskaya Gazeta. – URL: https://rg.ru/2024/02/29/valerij-vechorko-rasskazal-smozhet-li-iskusstvennyj-intellekt-zamenitvracha.html?ysclid=lto4wcarec713275167 / (date accessed: 07.04.2026).
7. Tolmachev, O. L. "Application of Artificial Intelligence Technologies in the Corporate Governance System." Economics: Yesterday, Today, Tomorrow. 2023, Vol. 13, No. 4A, pp. 883–889.
8. Schumpeter, J. A. "The Theory of Economic Development: Capitalism, Socialism, and Democracy." Translated from German by V. S. Avtonomov, M. S. Lyubsky, A. Yu. Chepurenko, et al. Moscow: Eksmo, 2022 (Anthology of Economic Thought).
9. Chen, L., Zaharia, M., Zou, J. "How Is ChatGPT's Behavior Changing over Time?" Available at: https://arxiv.org/pdf/2307.09009.pdf (Accessed: 07.04.2026).
10. Anton Valerievich Frolikov, Alexander Evgenievich Trubin, Alexander Nikolaevich Aleksakhin, Andrey Mikhailovich Nechaev Prospects and risks of applying artificial intelligence technology in corporate management // Vestnik REA im. G. V. Ple-khanova. 2025. No. 1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-i-riski-primeneniya-tehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-korporativnom-upravlenii (date of access: 04/07/2026).

Формирование отзывов на основе нейронной сети

Рябов Данила Иванович
студент, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, danila.ryabov@mail.ru,

Ибрагимхалилов Руслан Теймурович
старший преподаватель кафедры информационных систем и технологий, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, r.ibragimkhalilov@psuti.ru

Статья посвящена разработке методики формирования портрета товара с использованием нейронных сетей. В современных условиях стремительного роста объемов данных задача создания точного и информативного описания товара приобретает особую значимость для электронной коммерции и маркетинга. В работе представлена архитектура модели на основе нейронной сети, способной анализировать множество характеристик товаров, включая текстовые, числовые и визуальные данные, а также учитывать поведенческие и демографические предпочтения потребителей. Подробно описаны этапы реализации: сбор и предобработка данных, выбор параметров модели, обучение и валидация. Применение предложенного подхода позволяет автоматизировать создание портрета товара, улучшить персонализацию предложений и повысить точность рекомендаций.

Проведенные эксперименты демонстрируют преимущества предлагаемой методики по сравнению с традиционными подходами. Полученные результаты показывают, что использование нейронных сетей способствует увеличению конверсии, росту удовлетворенности клиентов и оптимизации бизнес-процессов. Рассматриваются потенциальные области применения, включая разработку рекомендаций, управление ассортиментом и проведение маркетинговых кампаний. Статья будет полезна специалистам в области анализа данных, машинного обучения и маркетинга, а также всем, кто интересуется применением искусственного интеллекта для решения прикладных задач бизнеса.

Ключевые слова: нейронные сети, портрет товара, машинное обучение, электронная коммерция, рекомендательные системы, анализ данных, автоматизация маркетинга.

В условиях стремительного роста объемов информации и увеличения ассортимента товаров на рынке потребители сталкиваются с трудностями при выборе подходящего продукта среди множества аналогичных предложений. Одним из ключевых инструментов, способствующих принятию решения, является портрет товара — комплексное описание, объединяющее ключевые характеристики, отзывы пользователей и рекомендации. Однако, ручное создание таких портретов требует значительных временных и ресурсных затрат, что делает этот процесс неэффективным.

Актуальность данной работы заключается в применении нейронных сетей для автоматизации формирования портрета товара. Современные алгоритмы машинного обучения показывают высокую эффективность в обработке разнородных данных — текстовых, числовых и визуальных, а также в анализе тональности (класс методов анализа содержимого, предназначенный для автоматизированного выявления в текстах эмоционально окрашенной лексики и эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идёт в тексте [15]) отзывов и предпочтений пользователей. Использование нейросетей позволяет не только автоматически собирать и анализировать информацию о товаре, но и создавать точные и информативные портреты, отражающие потребности целевой аудитории.

Предложенный подход способен упростить процесс выбора для потребителей, улучшить персонализацию предложений и повысить конкурентоспособность бизнеса за счет оптимизации рекомендаций и маркетинговых стратегий.

Нейронные сети – это компьютерные системы, способные «обучаться» на основе предоставленных данных и использовать это обучение для решения различных задач. Они представляют собой мощный инструмент, который способен извлекать скрытые закономерности и зависимости из данных и использовать полученные знания для принятия решений [1].

Структура нейрона состоит из нескольких основных компонентов. Входные сигналы представляют собой значения, поступающие на нейрон, и каждому из них присваивается определенный вес, который определяет степень значимости конкретного входа для функционирования нейрона, усиливая или ослабляя влияние входных данных на итоговый выход [2].

Внутренняя часть нейрона называется сумматором (аккумулятором). Функция внутренней части нейрона заключается в суммировании взвешенных входных данных, умноженных на соответствующие веса. Таким образом, аккумулятор выполняет функцию объединения информации, полученную от всех входов нейрона [3].

После того как аккумулятор суммирует значения, он передает полученный результат в функцию активации нейрона. Эта функция определяет, активирован ли нейрон и с какой интенсивностью он будет отправлять выходной сигнал. В нейронных сетях веса играют ключевую роль, так как они определяют значимость входного сигнала для вычислений и обучения сети. Каждый входной сигнал умножается на соответствующий вес, и сумма этих взвешенных сигналов влияет на конечный результат вычислений.

Веса в нейронных сетях могут быть инициализированы случайными значениями в начале процесса обучения. В ходе этого нейронная сеть корректирует веса, чтобы минимизировать ошибку и достичь оптимальных результатов. Этот процесс называется обратным распространением ошибки [4].

Суть нейросетей заключается в том, что они обучаются на основе примеров и данных. Они способны автоматически настраивать свои параметры и адаптироваться к изменяющимся условиям. Кроме того, нейросети могут выполнять различные задачи, такие как классификация, регрессия, кластеризация, обработка естественного языка и многое другое [5].

Из-за роста объемов текстовой информации обработка данных стала важной задачей, особенно в контексте взаимодействия с пользователями через цифровые платформы. Нейронные сети зарекомендовали себя как эффективный инструмент для анализа, классификации и генерации текстов, что открывает новые возможности для их применения в различных областях, включая создание портрета товара.

Обучение нейронной сети — важный этап в создании модели, которая адаптируется к задачам и принимает обоснованные решения. Цель обучения — настроить параметры модели, чтобы она эффективно обрабатывала данные и выдавала точные прогнозы.

Существует множество методов для обучения нейронных сетей, к таким методам относятся:

- Обучение с учителем;
- Обучение без учителя;
- Обучение с подкреплением.

Также независимо от того есть учитель или его нет, есть методы обучения, которые применяются внутри процесса обучения нейросети — это обратное распространение ошибки, градиентный спуск и стохастический градиентный спуск. Обратное распространение ошибки является одним из основных методов обучения нейронных сетей с учителем. При обратном распространении ошибки сначала вычисляются ошибки между прогнозируемыми и ожидаемыми значениями, а затем эти ошибки обратно распространяются через сеть для обновления весов. Этот процесс повторяется до тех пор, пока сеть не достигнет желаемой точности [5].

Градиентный спуск является итеративным алгоритмом, который использует градиент функции потерь для обновления весов модели. Градиент представляет собой вектор частных производных функции потерь по каждому весу модели. Путем вычисления градиента и последовательного обновления весов модели в направлении антиградиента можно постепенно приближаться к минимуму функции потерь. Это позволяет найти оптимальные значения весов, при которых модель достигает наилучшего предсказательного качества [6].

Стохастический градиентный спуск является вариантом градиентного спуска, который применяется к большим наборам данных. Вместо вычисления градиента по всем обучающим примерам одновременно, стохастический градиентный спуск вычисляет градиент и обновляет веса на основе одного случайно выбранного обучающего примера или небольшой подвыборки (мини-пакета) данных. Это позволяет сократить вычислительные затраты и ускорить процесс обучения, особенно в случае больших объемов данных [6].

Для предотвращения переобучения в нейронных сетях является использование методов отсева (dropout) и скрытых состояний (hidden states). Метод отсева (dropout) работает путем случайного обнуления некоторых выходных значений нейронов во время обучения. Это позволяет модели изучать более устойчивые и независимые признаки, так как каждый нейрон должен быть способен справиться с задачей, даже если другие нейроны временно отсутствуют. Таким образом, отсев помогает предотвратить переобучение путем создания более робастной модели [7].

Регуляризация и предотвращение переобучения играют важную роль в обучении нейронных сетей. Они помогают создавать более устойчивые, обобщающие и надежные модели. Применение этих методов позволяет модели эффективно работать с новыми данными и предсказывать целевые значения с высокой точностью [8].

Текстовая информация в виде описаний, отзывов и характеристик играет решающую роль в восприятии продукта пользователями. Нейросети способны анализировать эту информацию, выявлять ключевые аспекты и формировать содержательные выводы, которые помогают улучшить представление о товаре и повысить его привлекательность. Например, они могут определять тональность текстов, выявлять упоминания ключевых характеристик и даже генерировать рекомендации по улучшению позиционирования продукта.

Предварительная обработка текста включает в себя приведение всех слов к нижнему регистру, удаление стоп-слов (слова, которые могут иметь важное значение в человеческом общении, но не имеют смысла для машин [12]), токенизацию (процесс разбиения текста на более мелкие части [11]), лемматизацию (процесс приведения словоформы к лемме, то есть базовому слову, путем отсечения или преобразования флективных окончаний [14]) или стемматизацию (процесс нахождения основы слова для заданного исходного слова, дополнив которую можно получить слова-потомки[13]) [10].

Использование нейросетей в формировании портрета товара позволяет создавать обобщенные и точные представления о продукте на основе больших объемов данных. Это не только упрощает выбор для пользователей, но и предоставляет бизнесу ценные инсайты для оптимизации маркетинговых стратегий. Этические аспекты, такие как точность генерируемых описаний и отзывов, также требуют особого внимания. При соблюдении этих принципов нейронные сети становятся мощным инструментом для разработки инновационных решений в области электронной коммерции.

Современные технологии, включая нейросети, активно используются для автоматизации создания текстового контента. Генерация отзывов при помощи искусственного интеллекта позволяет формировать информативные описания товаров и услуг, привлекать внимание клиентов и влиять на их мнение. Особенно актуально это для развлекательной индустрии, где нейросети могут создавать отзывы о фильмах, книгах или музыкальных произведениях, предоставляя пользователям дополнительный контент и усиливая их вовлеченность.

Есть много способов решать такую задачу, и один из них — свёрточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks). CNN изначально были разработаны для обработки изображений, однако они успешно справляются с решением задач в сфере автоматической обработки текстов [9].

Несмотря на преимущества, процесс генерации отзывов сталкивается с рядом сложностей. Среди ключевых аспектов можно выделить:

- Синтетические отзывы должны быть логически связными, эмоционально окрашенными и максимально естественными, чтобы не вызывать сомнений у читателей
- Распространение искусственно созданных отзывов требует ответственности, особенно если они влияют на восприятие продукции или услуг;
- Современные модели, хотя и развиваются, не всегда справляются с нюансами языка и контекста.

На рынке существует множество решений для создания текстов, включая отзывы. Одной из самых продвинутых систем является OpenAI GPT-4, обладающая уникальными возможностями:

- Мультимодальность. GPT-4 может обрабатывать не только текст, но и изображения, видео, а также аудио, что делает её универсальным инструментом;
- Гибкость и адаптивность. Система способна поддерживать диалоги на разные темы, генерируя ответы, близкие к реальной человеческой речи;
- Широкая база знаний. Модель обучена на обширных данных, что позволяет создавать содержательные и информативные тексты;
- Контроль и настройк. OpenAI предоставляет инструменты для настройки поведения модели, что важно для соблюдения этики и релевантности текстов.

Для демонстрации работы предложенной методики формирования портрета товара были проведены эксперименты с использованием моделей нейронных сетей. Целью экспериментов было показать, как модели взаимодействуют с пользовательскими отзывами и формируют структурированное описание товара.

Первый шаг – отправка в нейросеть различных отзывов (Рис. 1), включающих как положительные, так и отрицательные комментарии.

Второй шаг – анализ нейросетью тональность текстов, выделение ключевых аспектов, упоминаемых в отзывах, и структурирование их для дальнейшего формирования портрета товара.

Рис.1 – отправка отзывов ChatGPT

Полученные результаты представлены в виде последовательных визуализаций, которые демонстрируют этапы обработки данных:

- Формирование основных характеристик портрета товара (Рис. 2-4).
- Итоговый портрет товара, включающий обобщенные данные и рекомендации (Рис. 5).

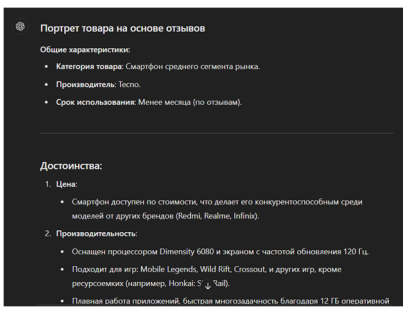


Рис.2 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

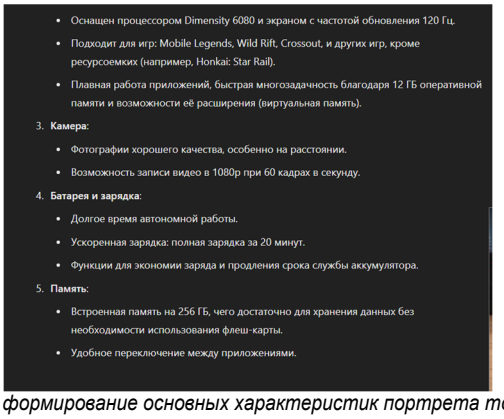


Рис.3 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

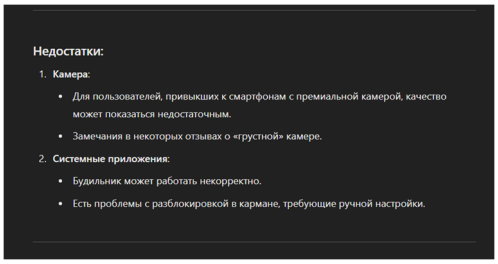


Рис.4 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

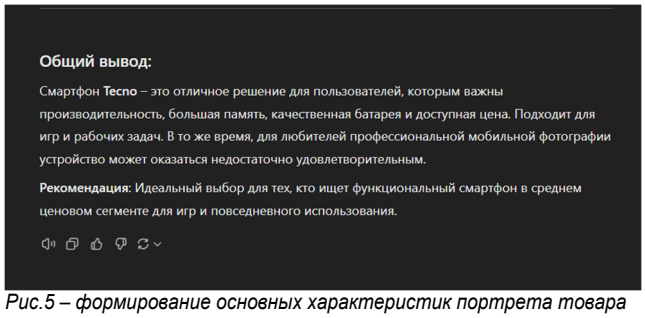


Рис.5 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

В качестве эксперимента в нейросеть было добавлено два различных отзыва. Они охватывали разное содержание, включая как положительные, так и нейтральные аспекты. Этот шаг был выполнен для проверки способности модели анализировать разнотипные данные и выделять ключевые характеристики товара.

На первом этапе (Рис. 6-7) в модель были отправлены исходные отзывы. Модель автоматически обработала текст, выделив наиболее значимые элементы, такие как упоминания об особенностях товара, его преимуществах и недостатках.

На втором этапе (Рис. 8-11) модель составила комплексные описания товаров, интегрировав выделенные аспекты. Итоговые портреты содержали следующие элементы:

- Описание ключевых характеристик, основанных на тональности и содержании отзывов.
- Выделение часто упоминаемых параметров, значимых для потребителей.
- Рекомендации для улучшения или позиционирования товара.

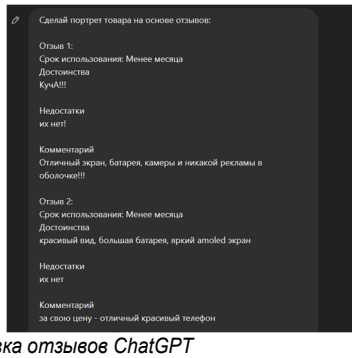


Рис.6 – отправка отзывов ChatGPT

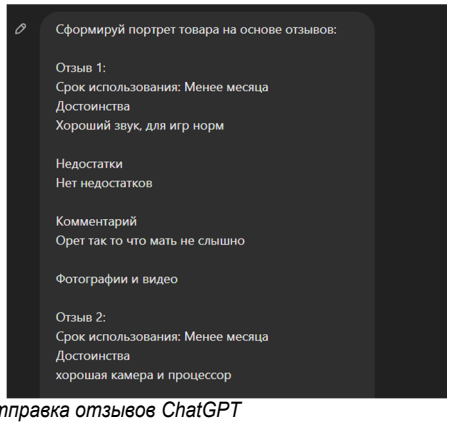


Рис.7 – отправка отзывов ChatGPT

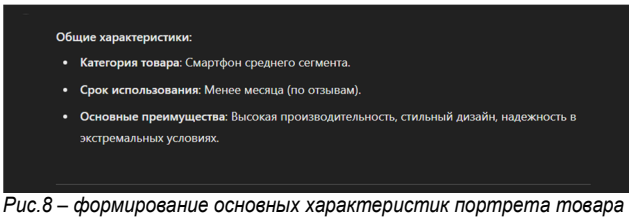


Рис.8 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

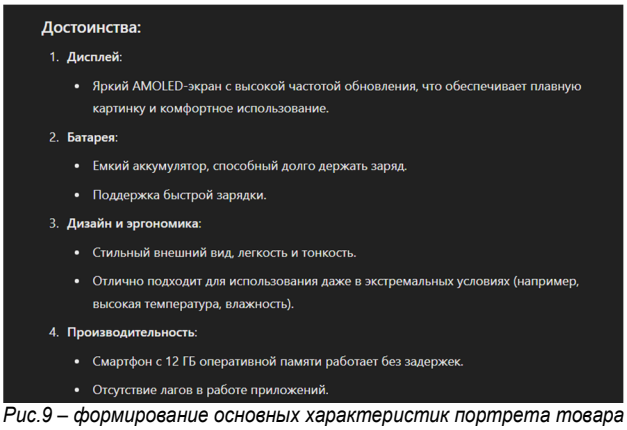


Рис.9 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

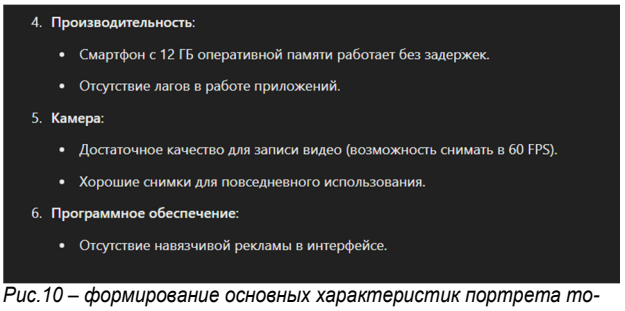


Рис.10 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

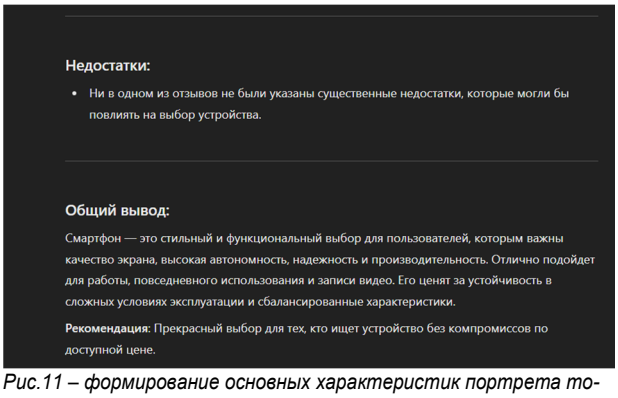


Рис.11 – формирование основных характеристик портрета товара ChatGPT

Примером использования GPT-4 является генерация отзывов, стилистически имитирующих реальные. Такие отзывы подходят для различных платформ и бизнес-целей. Однако важно помнить о текущих ограничениях модели, таких как вероятность ошибки при расплывчатых запросах.

Главным минусом GPT-4 для пользователей из России является ограниченный доступ. Для работы с последней версией необходимо подключение через VPN. Также модель предоставляет платную подписку стоимостью $20, которая снимает ограничения на использование.

Еще одной проблемой является возможная неестественность текста в некоторых случаях, что требует ручной корректировки сгенерированных отзывов.

Кроме того, GPT-4 имеет ограничения на объем и длину запросов. Это особенно заметно при необходимости обработки больших объемов текстовой информации, когда модель не может предоставить полные результаты в рамках одного запроса. Такие ограничения могут снижать удобство работы с моделью для сложных задач, требующих обширных текстовых данных.

Проанализировав результат, предоставленный нейронной сетью, можно сделать вывод, что использование нейросетей для генерации отзывов открывает перед бизнесом и пользователями большие возможности. При этом важно учитывать ограничения и особенности работы таких моделей, чтобы добиться максимально качественного результата. Сочетание автоматизации и внимательного подхода к проверке контента может стать ключом к успешному использованию этих технологий.

Литература

1. Галушкин, А.И. Нейронные сети: основы теории [Текст] / А.И. Галушкин. - М.: РиС, 2015. - 496 с.
2. Habr [Электронный ресурс] / Нейронные сети практическое применение. – Электрон. дан. – 2017. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/322392/, свободный. – Загл. с экрана.
3. Ширяев, В.И. Финансовые рынки: Нейронные сети, хаос и нелинейная динамика: Учебное пособие [Текст] / В.И. Ширяев. - М.: ЛИБРОКОМ, 2013. - 232 с.
4. Гелиг, А.Х. Введение в математическую теорию обучаемых распознающих систем и нейронных сетей. Учебное пособие [Текст] / А.Х. Гелиг, А.С. Матвеев. - М.: Издательство СПбГУ, 2018. - 224 с. ученый. — 2022. — № 24 (419). — С. 79-87.
5. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы [Текст] / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М.: Горячая линия - Телеком, 2018. - 384 с.
6. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики [Текст] / В.Г. Редько. - М.: Ленанд, 2017. - 224 с.
7. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика [Текст] / В.В. Круглов, В.В. Борисов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2019. - 382 с.
8. Шмыгарева, В.С. Разработка и обучение нейросетей [Текст] / В. С. Шмыгарева // Молодой ученый. — 2022. — № 24 (419). — С. 79-87.
9. Habr [Электронный ресурс] / Анализ тональности текстов с помощью сверточных нейронных сетей. – Электрон. дан. – 2018. – Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/vk/articles/417767/ , свободный. – Загл. с экрана.
10. Батура Т.В. Методы автоматической классификации текстов / Т.В. Батура // Программные продукты и системы. 2017. Т. 30. № 1. С. 85–99; DOI: 10.15827/0236-235X.030.1.085-099.
11. А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров / Анализ данных и процессов: учеб. пособие – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с
12. Habr [Электронный ресурс] / Классификация документов методом опорных векторов. – Электрон. дан. – 2018. – Режим доступа: https://habr.com/ru/post/130278/, свободный. – Загл. с экрана.
13. Textis [Электронный ресурс] / Что такое стемминг. – Электрон. дан. – 2017. – Режим доступа: https://textis.ru/stemming/, свободный. – Загл. с экрана.
14. Wikipedia [Электронный ресурс] / Лемматизация – Электрон. дан. – Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/Word2vec, свободный. – Загл. с экрана.
15. Wikipedia [Электронный ресурс] / Анализ тональности текста – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/, свободный. – Загл. с экрана.

Feedback generation based on a neural network

Ryabov D.I., Ibragimkhalilov R. T.
Volga Region State University of Telecommunications and Informatics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article is devoted to the development of a technique for forming a product portrait using neural networks. In modern conditions of rapid growth of data volumes, the task of creating an accurate and informative product description is of particular importance for e-commerce and marketing. The paper presents the architecture of a model based on a neural network capable of analyzing many characteristics of goods, including textual, numerical and visual data, as well as taking into account the behavioral and demographic preferences of consumers. The implementation stages are described in detail: data collection and preprocessing, model parameter selection, training and validation. The application of the proposed approach allows you to automate the creation of a product portrait, improve the personalization of offers and increase the accuracy of recommendations.

The conducted experiments demonstrate the advantages of the proposed technique in comparison with traditional approaches. The results show that the use of neural networks contributes to an increase in conversion, an increase in customer satisfaction and optimization of business processes. Potential applications are being considered, including the development of recommendations, assortment management and marketing campaigns. The article will be useful to specialists in the field of data analysis, machine learning and marketing, as well as to anyone interested in using artificial intelligence to solve applied business problems.

Keywords: neural networks, product portrait, machine learning, e-commerce, recommendation systems, data analysis, marketing automation.

References

1. Galushkin, A.I. Neural networks: fundamentals of theory [Text] / A.I. Galushkin. Moscow: RiS, 2015. 496 p.
2. Habr [Electronic resource] / Neural networks practical application. – Electron. dan. – 2017. – Access mode: https://habr.com/ru/articles/322392 /, free. – Caption from the screen.
3. Shiryaev, V.I. Financial markets: Neural networks, chaos and nonlinear dynamics: A textbook / V.I. Shiryaev. Moscow: LIBROCOM, 2013. - 232 p.
4. Gelig, A.H. Introduction to the mathematical theory of learnable recognition systems and neural networks. Textbook [Text] / A.H. Gelig, A.S. Matveev. - M.: St. Petersburg State University Publishing House, 2018. - 224 p. scientist. — 2022. — № 24 (419). — Pp. 79-87.
5. Rutkovskaya, D. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems [Text] / D. Rutkovskaya, M. Pilinsky, L. Rutkovsky. - M.: Hotline - Telecom, 2018. - 384 p.
6. Redko, V.G. Evolution, neural networks, intelligence: Models and concepts of evolutionary cybernetics [Text] / V.G. Redko. Moscow: Lenand, 2017. 224 p.
7. Kruglov, V.V. Artificial neural networks. Theory and practice [Text] / V.V. Kruglov, V.V. Borisov. - M.: Hotline - Telecom, 2019. - 382 p.
8. Shmygareva, V.S. Development and training of neural networks [Text] / V. S. Shmygareva // Young scientist. — 2022. — № 24 (419). — Pp. 79-87.
9. Habr [Electronic resource] / Text tonality analysis using convolutional neural networks. – Electron. dan. – 2018. – Access mode: https://habr.com/ru/companies/vk/articles/417767 / , free. – Caption from the screen.
10. Batura T.V. Methods of automatic text classification / T.V. Batura // Software products and systems. 2017. Vol. 30. No. 1. pp. 85-99; DOI: 10.15827/0236-235X.030.1.085-099.
11. A. A. Barseghyan, M. S. Kupriyanov, I. I. Kholod, M. D. Tess, S. I. Elizarov / Data and process analysis: textbook. manual – 3rd ed., revised and additional – St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2009. 512 p.
12. Habr [Electronic resource] / Classification of documents by the method of reference vectors. – Electron. dan. – 2018. – Access mode: https://habr.com/ru/post/130278 /, free. – Caption from the screen.
13. Textis [Electronic resource] / What is stemming. – Electron. dan. – 2017. – Access mode: https://textis.ru/stemming /, free. – Caption from the screen.
14. Wikipedia [Electronic resource] / Lemmatization – Electronic data. – Access mode: https://en.wikipedia.org/wiki/Word2vec, free. – Caption from the screen.
15. Wikipedia [Electronic resource] / Text tonality analysis – Electronic data. – Access mode: https://ru.wikipedia.org/wiki /, free. – Caption from the screen.

Цифровизация государственных функций в области регулирования трудовых отношений

Смирнов Тим Валерьевич
Специалист эксперт, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, timsstar1@gmail.com

Цифровизация государственных функций в сфере регулирования трудовых отношений характеризуется выраженной территориальной и институциональной неоднородностью, проявляющейся в значительном отставании сельских муниципалитетов от крупных городских агломераций по уровню электронного документооборота и интеграции цифровых сервисов. Анализ динамики платформенной занятости, роста регистраций на федеральных порталах и охвата самозанятых выявляет системные лакуны в нормативно-правовом обеспечении социальной защиты, алгоритмической прозрачности и координации между уровнями публичной власти. Ключевые дисфункции группируются в нормативно-правовом, организационно-технологическом и институциональном кластерах, где наблюдается запаздывание законодательной реакции на технологические изменения, несовместимость региональных систем, дефицит муниципальных полномочий и квалификаций, а также слабая обратная связь между локальными практиками и федеральным нормотворчеством. Сравнение с опытом Франции, Великобритании, Южной Кореи и Сингапура подчеркивает ограниченность российской модели централизации, не учитывающей адаптивный потенциал местного самоуправления в интеграции с частными платформами и формировании территориально-дифференцированных прогнозов кадровой потребности. Выявленные диспропорции в бюджетном финансировании, кадровом обеспечении центров занятости и эффективности алгоритмического подбора вакансий указывают на риски цифрового исключения отдельных когорт населения и воспроизводство социально-экономических разрывов. Предлагаемые направления институциональной корректировки ориентированы на переход к модели активного муниципального участия через законодательное закрепление локальных сервисов на базе открытого API, верификацию цифровых профилей и адресную территориальную дифференциацию стандартов, что позволяет повысить общую результативность государственной политики занятости в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровизация, трудовые отношения, платформенная занятость, муниципальное управление, цифровая трансформация.

Введение

Цифровизация государственных функций в области регулирования трудовых отношений к 2024 г. затронула, по оценкам Минцифры России, свыше 74% административных процедур, ранее осуществлявшихся в бумажном формате. Однако степень охвата неоднородна. Если в крупных муниципальных образованиях (с населением свыше 500 тыс. чел.) доля электронного документооборота в сфере занятости достигла 81,3%, то в сельских территориях аналогичный показатель не превысил 39% по итогам мониторинга Роструда за первое полугодие 2024 г. [8]. Разрыв сигнализирует о неравномерности институциональной модернизации, которая, по всей видимости, обусловлена не столько технологическими барьерами, сколько дефицитом управленческих компетенций на уровне местного самоуправления.

Объём рынка цифровых платформ занятости в Российской Федерации, по расчётам НИУ ВШЭ, составил в 2023 г. порядка 1,28 трлн руб. Прирост относительно 2021 г. – 46,2%. Между тем нормативная база, регламентирующая платформенную занятость, до принятия Федерального закона № 377-ФЗ от 12.12.2023 г. оставалась фрагментарной [3]; отдельные аспекты социальной защиты самозанятых работников платформ – в частности, вопросы страхования от несчастных случаев – фактически не урегулированы и после вступления закона в силу. Подобная лакуна затрудняет формирование целостной системы государственного контроля за соблюдением трудовых прав участников цифровой экономики.

В специализированной литературе отсутствует консенсус относительно оптимальной модели интеграции цифровых инструментов в управление трудовыми отношениями на муниципальном уровне. Ряд исследователей (В.Е. Гимпельсон [12], А.Я. Кибанов) трактуют платформенную занятость преимущественно как угрозу стабильности традиционных институтов социального партнёрства, тогда как другие – среди них М.В. Ломоносова, Р.И. Капелюшников [6] – акцентируют адаптивный потенциал цифровых механизмов для снижения трансакционных издержек в сфере трудоустройства. Позиция, которой придерживается ОЭСР (Employment Outlook, 2023), содержит существенную оговорку: эффективность цифровой трансформации в сфере труда детерминирована не технологией per se, а институциональной средой, в которой она внедряется.

Расходы консолидированного бюджета РФ на мероприятия активной политики занятости в 2023 г. достигли 94,7 млрд руб. – рост на 18,4% в номинальном выражении к уровню 2021 г. Доля расходов, направленных на цифровую инфраструктуру служб занятости (платформа «Работа в России», региональные цифровые сервисы), при этом оценивается лишь в 11–13% от указанной суммы, что косвенно свидетельствует о сохраняющемся приоритете традиционных форм содействия трудоустройству [15]. Структурное противоречие между декларируемым вектором цифровизации и фактическим распределением бюджетных ресурсов – проблема, нуждающаяся в самостоятельном исследовании.

Предметом настоящей работы выступает совокупность организационно-управленческих механизмов, посредством которых органы государственной власти и местного самоуправления адаптируют регулирование трудовых отношений к условиям цифровой трансформации. Целью – выявление структурных диспропорций в практике цифровизации управления трудом и обоснование направлений их устранения с опорой на количественные данные 2020–2025 гг.

Материалы и методы исследования

Информационную основу работы сформировали несколько гетерогенных по природе массивов данных, объединённых временным горизонтом 2020–2025 гг. Статистические ряды макроэкономических индикаторов рынка труда извлекались из баз Росстата (ЕМИСС), а также из ежеквартальных бюллетеней Роструда; отраслевые показатели платформенной занятости – из аналитических докладов Института социальной политики НИУ ВШЭ и Центра стратегических разработок. В совокупности привлечено свыше 40 статистических источников, охватывающих период с I квартала 2020 г. по IV квартал 2024 г.

Нормативный корпус включал 23 федеральных закона и подзаконных акта, 7 региональных нормативных актов субъектов РФ (Москва, Санкт-Петербург, Свердловская, Новосибирская, Нижегородская области, Республика Татарстан, Краснодарский край), а также 4 муниципальных правовых акта. Контент-анализ указанных документов позволил за-

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (Соглашение №116/2024-ПД).

фиксировать частотность терминов, связанных с цифровизацией трудовых отношений, и проследить её динамику по годам. Примечательно, что в нормативных актах муниципального уровня лексема «платформенная занятость» до 2023 г. не встречалась ни разу.

Для разграничения функций федеральных, региональных и муниципальных органов в регулировании цифровой трансформации трудовых отношений потребовалось обращение к структурно-функциональному анализу. Распределение полномочий между уровнями власти – сюжет, который при первом приближении кажется чётко формализованным, однако выявленные в ходе работы зоны пересечения компетенций (прежде всего в области содействия занятости инвалидов и молодёжи) не позволяют констатировать отсутствие институциональных конфликтов.

Динамические ряды по 17 показателям рынка труда (уровень безработицы, численность самозанятых, количество вакансий на платформе «Работа в России», индекс напряжённости регионального рынка и др.) обрабатывались посредством анализа трендов и метода группировок. Регионы РФ группировались по двум основаниям: степень цифровой зрелости инфраструктуры служб занятости и уровень урбанизации. Следует оговорить: методика определения «цифровой зрелости», применяемая Минтрудом, менялась в 2021 и 2023 гг., что ограничивает строгую сопоставимость данных за весь пятилетний период.

Сравнительный анализ охватил практики регулирования платформенной занятости в пяти юрисдикциях – Великобритании, Франции, Германии, Южной Кореи и Сингапура. Выбор продиктован наличием кодифицированных нормативных решений, принятых в 2021–2024 гг. Сопоставление проводилось по четырём критериям: правовой статус платформенного работника, механизм социального страхования, роль муниципальных органов, интеграция государственных информационных систем с частными платформами.

Абсолютные значения бюджетных расходов пересчитывались в постоянные цены 2020 г. с использованием индекса-дефлятора ВВП Росстата. Это техническое уточнение существенно: без приведения к сопоставимому ценовому базису номинальный рост расходов на цифровую инфраструктуру занятости завышается приблизительно на 27–29%.

Результаты и обсуждение

В период 2020–2024 гг. число граждан, зарегистрированных на портале «Работа в России», возросло с 3,1 млн до 14,8 млн чел. Количественный скачок сам по себе не свидетельствует о качественном изменении управленческих практик – значительная часть регистраций обусловлена административным стимулированием в период пандемии COVID-19, когда обращение через портал стало условием получения пособия по безработице. Тем не менее устойчивый тренд последующих лет (прирост в 2023 г. составил 22,6% к предыдущему году при стабильном уровне безработицы 3,2%) указывает на постепенное формирование привычки цифрового взаимодействия с государственными институтами рынка труда [11].

На муниципальном уровне картина иная. Собственные цифровые сервисы в сфере труда и занятости к концу 2024 г. функционировали лишь в 214 из 1117 городских округов (данные мониторинга Минтруда, IV кв. 2024 г.). Преобладающая модель – «витрина», дублирующая федеральный портал без добавления локального функционала. Только 38 муниципалитетов интегрировали собственные информационные системы с региональными центрами занятости населения через единую шину данных [4].

Если принять во внимание кадровый фактор, диспропорция усиливается. По данным обследования Счётной палаты РФ (2023), в штате центров занятости населения (ЦЗН) муниципального подчинения доля сотрудников, прошедших повышение квалификации по программам цифровой грамотности, варьировалась от 12% в Забайкальском крае до 67% в Москве. Среднее значение – 34,1%. Методика подсчёта, впрочем, дискуссионна: программы длительностью 16 часов и 256 часов учитывались как равноценные.

Отдельный сюжет – трансформация функции государственного контроля (надзора) за соблюдением трудового законодательства. Число плановых проверок Государственной инспекцией труда сократилось с 89,4 тыс. в 2019 г. до 24,7 тыс. в 2023 г. – следствие регуляторной гильотины и моратория на проверки. Одновременно количество профилактических визитов возросло до 152 тыс. в 2023 г. Парадоксально, что доля выявленных нарушений, приходящихся на цифровые формы взаимодействия работника и работодателя (электронные трудовые книжки, дистанционный труд, электронный документооборот), не превысила 6,3% от общего числа зафиксированных нарушений. Вероятно, это объясняется не отсутствием нарушений, а отсутствием инструментария для их выявления.

Расходы на модернизацию информационных систем Роструда в рамках федерального проекта «Содействие занятости» составили 8,2 млрд руб. за 2021–2023 гг. (в ценах 2020 г. – около 6,4 млрд руб.). По международным меркам сумма скромна: Южная Корея на аналогичные цели за сопоставимый период затратила эквивалент 14,1 млрд руб. при вдвое меньшей численности экономически активного населения [9]. Прямое сопоставление, разумеется, некорректно без учёта различий в стоимости рабочей силы в IT-секторе и степени цифровой готовности инфраструктуры, однако порядок расхождения значим.

Структурные проблемы цифровой трансформации управления трудом допустимо классифицировать по нескольким основаниям. Анализ выявил три ключевых кластера дисфункций, характеристика которых представлена ниже.

Нормативно-правовой кластер дисфункций обнаруживает себя прежде всего в рассогласовании темпов технологических изменений и скорости нормотворческой реакции. Между появлением массового явления (например, агрегаторный труд курьеров) и принятием профильного законодательного акта прошло – в случае закона о платформенной занятости – порядка шести лет. На протяжении этого периода муниципальные органы, не имея чёткого нормативного ориентира, применяли к платформенным работникам нормы, изначально рассчитанные на гражданско-правовые договоры подряда, что порождало систематические коллизии при обращении граждан в ЦЗН (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика подходов к нормативному регулированию платформенной занятости.

Критерий	Российская Федерация	Франция	Великобритания
Правовой статус платформенного работника	Самозанятый (НПД); гибридный статус – с 2024 г. в стадии апробации	Worker (промежуточная категория с 2016 г.); устоялась в судебной практике	Worker – не employee; значительная казуистика
Социальное страхование	Добровольное; охват, по экспертным оценкам, менее 8%	Обязательное с 2020 г.; платформа уплачивает взносы	Обязательное для категории worker; дискуссионно для gig workers без контракта
Роль муниципального уровня	Фактически отсутствует; полномочия не разграничены	Коммуны участвуют в профподготовке и медиации	Местные советы – ограниченная роль; преимущественно информирование
Интеграция государственных и платформенных ИС	Пилотные проекты с 2023 г.; полноценная интеграция не достигнута	API-взаимодействие в рамках национальной системы Pôle Emploi	Единая платформа отсутствует; данные агрегируются HMRC

Обращает внимание асимметрия: российская модель на уровне деклараций ориентирована на централизацию цифровых сервисов, тогда как на практике муниципальные органы не наделены ни полномочиями, ни инструментами для участия в регулировании платформенной занятости. Во Франции, напротив, коммуны встроены в систему профессиональной подготовки и переподготовки платформенных работников с 2020 г. – вопрос, впрочем, в том, насколько масштабируема французская модель при российской территориальной дифференциации.

17,4 млн чел. – таково число зарегистрированных самозанятых (плательщиков НПД) на 1 января 2025 г., по данным ФНС. Годом ранее – 9,3 млн. Взрывная динамика. При этом лишь малая часть указанных лиц фиксируется системами содействия занятости населения, поскольку формально они не относятся к категории безработных и не обращаются в ЦЗН. Возникает парадокс: быстрорастущий сегмент рынка труда остаётся в значительной степени невидимым для муниципальных органов управления трудом.

Второй кластер дисфункций – организационно-технологический. Здесь уместно привести результаты анализа функциональной готовности региональных информационных систем. По состоянию на III квартал 2024 г. 43 из 89 субъектов РФ (включая новые регионы) завершили миграцию на Единую цифровую платформу в сфере занятости (ЕЦП). Оставшиеся 46 субъектов используют устаревшие программные комплексы, не совместимые с ЕЦП. Среди территорий, не завершивших миграцию, 31 субъект расположен в Сибирском, Дальневосточном и Северо-Кавказском федеральных округах [7]. Географическая концентрация отставания коррелирует – вероятно, не случайно – с низкой плотностью широкополосного интернет-покрытия и дефицитом IT-специалистов в штате региональных органов исполнительной власти.

Финансовая сторона вопроса неоднозначна. Средняя стоимость внедрения ЕЦП в расчёте на один субъект оценивается Минтрудом в 47,3 млн руб. (без учёта текущей эксплуатации). Между тем разброс значителен: Республика Дагестан затратила 28,6 млн руб., Московская область – 112,4 млн руб. [10]. Разница детерминирована масштабом инфраструк-

туры ЦЗН, числом интеграционных точек и объёмом доработок под региональную специфику. Унификация, декларируемая как цель ЕЦП, пока остаётся декларацией.

Перераспределение управленческих функций между уровнями власти в контексте цифровизации – третий кластер проблем, и его описание требует иной оптики. Вместо технологических барьеров на первый план выходят институциональные: нечёткость разграничения полномочий между федеральным центром и субъектами, отсутствие у муниципалитетов собственных рычагов воздействия на цифровые платформы занятости, слабость горизонтальных координационных механизмов. По сведениям, полученным в ходе контент-анализа стратегий социально-экономического развития 15 крупнейших городских агломераций РФ, лишь в четырёх документах (Москва, Казань, Екатеринбург, Новосибирск) содержатся конкретные мероприятия по цифровизации муниципального управления трудом. В остальных формулировки носят рамочный характер [14].

С 2022 г. Минтруд реализует модельный стандарт деятельности ЦЗН нового формата. К концу 2024 г. реформировано 547 центров из запланированных 680. Задержка – 19,6%. Примечательна структура: в Центральном и Приволжском ФО план выполнен на 94–97%, в Дальневосточном – на 61%. Реформированные ЦЗН оснащаются рабочими местами с доступом к ЕЦП, зонами самообслуживания с терминалами, пространствами для групповых консультаций. Однако кадровое наполнение – проблема, которую инфраструктурное обновление не решает автоматически. Текучесть персонала в ЦЗН, по данным профсоюза работников государственных учреждений, в 2023 г. составила 28,1%, а среднемесячная заработная плата сотрудника ЦЗН – 31,4 тыс. руб., что на 27% ниже средней по экономике [2].

Аналитическая рамка взаимодействия уровней управления в сфере цифровизации трудовых отношений может быть формализована через выделение функциональных ролей. В ходе исследования выявлено устойчивое расхождение между де-юре и де-факто распределением компетенций (табл. 2).

Таблица 2

Функциональные роли уровней публичного управления в цифровизации сферы труда (де-юре и де-факто)

Функция	Федеральный уровень (де-юре / де-факто)	Региональный уровень	Муниципальный уровень
Нормотворчество в сфере цифровой занятости	Исключительная компетенция / подтверждается	Опережающее регулирование допускается, но применяется в 3–4 субъектах	Отсутствует; даже рекомендательные акты единичны
Создание и сопровождение ИС	Разработка ЕЦП – федеральный уровень / частично делегировано подрядчикам	Адаптация ЕЦП; в ряде регионов – параллельные системы, дублирующие функционал	Де-юре – участие; де-факто – пассивное подключение к региональной системе, без обратной связи
Контроль и надзор за цифровым документооборотом в трудовых отношениях	ГИТ; полномочия закреплены / инструменты проверки не адаптированы к ЭДО	Региональные ГИТ – те же ограничения	Полномочия не предусмотрены
Содействие занятости через цифровые каналы	Федеральный портал «Работа в России» / функционирует, но UX-барьеры фиксируются	ЦЗН нового формата; неоднородная готовность	Информирование граждан; перенаправление на портал. Собственный функционал – эпизодический
Аналитика и прогнозирование рынка труда	Формирование прогнозов кадровой потребности (ФЗ-565) / методика утверждена в 2024 г.	Региональные сегменты прогнозов; данные, по мнению экспертов, неполны	Локальные прогнозы – де-юре возможны; де-факто не составляются за отсутствием компетенций и данных

Фиксируемый «провал» муниципального уровня не сводится к формальному отсутствию полномочий. Глубинная причина, по всей видимости, – отсутствие обратной связи между муниципальными практиками и федеральным нормотворчеством. В условиях, когда данные о локальном рынке труда агрегируются на региональном уровне и передаются далее в обезличенном виде, специфика конкретного муниципалитета (моногород, приграничная территория, агломерационное ядро) утрачивается.

На примере прогнозирования кадровой потребности проблема наглядна. Федеральный закон № 565-ФЗ «О занятости населения в Российской Федерации» (2023) закрепил трёхуровневую систему прогнозирования. Методические рекомендации по формированию регионального сегмента прогноза утверждены приказом Минтруда в марте 2024 г. Муниципальный сегмент не упоминается ни в законе, ни в подзаконных актах [13]. Фактически крупные городские агломерации, генерирующие до 40% занятости соответствующего субъекта, лишены инструмента стратегического кадрового планирования.

Зарубежная практика предлагает альтернативные модели. Южнокорейский подход предусматривает интеграцию муниципальных центров занятости (Goyong Centers) в единую цифровую экосистему с обязательной двусторонней передачей данных – от муниципалитета к федеральному агентству и обратно. При этом муниципалитеты наделены правом формирования собственных цифровых сервисов на базе открытого API национальной платформы Work-Net. 82% муниципалитетов с населением свыше 100 тыс. чел. реализовали хотя бы один локальный цифровой сервис к 2024 г. [1]. Переносимость подобной модели на российскую почву – вопрос дискуссионный; различия в бюджетной обеспеченности муниципалитетов и в степени автономии местного самоуправления слишком существенны для прямых заимствований.

Вместе с тем ряд элементов южнокорейского опыта заслуживает внимания в контексте текущей реформы ЦЗН. Принцип открытого API для интеграции с негосударственными платформами занятости мог бы ускорить формирование единого информационного пространства рынка труда, в котором данные о вакансиях, компетенциях и траекториях переподготовки циркулируют между государственными и частными акторами без ручного посредничества.

Специфический аспект цифровой трансформации управления трудом – алгоритмическое принятие решений в системе содействия занятости. ЕЦП Роструда содержит модуль автоматического подбора вакансий на основе профиля соискателя. Эффективность модуля (доля успешных трудоустройств среди предложенных вакансий) составила в 2024 г., по данным Минтруда, 14,7%. Годом ранее – 11,3%. Прирост фиксируется, но абсолютное значение невелико. Для сравнения: коммерческие платформы (hh.ru, Avito Работа) декларируют конверсию в 22–28%, хотя методики подсчёта несопоставимы, и коммерческие платформы включают в статистику любой отклик работодателя, а государственная система – только подтверждённое трудоустройство.

Вопрос алгоритмической прозрачности – ещё один сюжет, который федеральное законодательство пока обходит стороной. Критерии ранжирования вакансий в ЕЦП не публикуются и не подлежат общественному контролю [5]. Учитывая, что решения системы затрагивают права граждан на содействие занятости (включая возможность отказа в присвоении статуса безработного при отклонении предложенных вакансий), отсутствие механизма обжалования алгоритмического решения – проблема не технологическая, а правовая.

Необходимо сопоставить российскую и европейскую модели регулирования алгоритмического управления трудом. Регламент ЕС об искусственном интеллекте (AI Act, 2024) относит системы, используемые в сфере занятости и управления трудовыми ресурсами, к категории высокого риска, что влечёт обязательную оценку воздействия на права человека и раскрытие логики алгоритма. Российское законодательство аналогичных требований применительно к государственным ИС в сфере занятости не предъявляет.

Выводы

Если оценивать результаты по критерию готовности инфраструктуры, то 43 субъекта из 89, завершившие миграцию на ЕЦП к концу 2024 г., – менее половины. Темпы миграции в Дальневосточном ФО составили 61% от плана, тогда как ЦФО и ПФО вышли на 94–97%. Разрыв неустраним без адресного финансирования, учитывающего стоимость IT-инфраструктуры в территориях с низкой плотностью населения и ограниченным широкополосным покрытием.

41,7% трудоустроенных в течение трёх месяцев – такова конверсия реформированных ЦЗН. У нереформированных – 33,2%. Однако устойчивость этого разрыва вызывает сомнение: реформированные центры расположены преимущественно в регионах с низким уровнем безработицы (3,0–3,5%), что могло исказить результат в пользу реформы. Необходима верификация на территориях с безработицей выше 7%, прежде чем выявленную дельту можно будет атрибутировать технологическому фактору.

Среди всех обследованных проблемных кластеров наиболее острым – с позиции долгосрочных последствий – представляется не технологический, а институциональный. Муниципальный уровень управления трудом де-факто исключён из цифрового контура принятия решений. Он не генерирует данные для прогнозирования кадровой потребности, не имеет полномочий по взаимодействию с платформами занятости, не участвует в определении критериев алгоритмического подбора вакансий. Формально ЦЗН подключены к ЕЦП; содержательно – выполняют функцию терминала, а не управленческого субъекта.

Переход к модели активного муниципального участия в цифровом управлении трудом предполагает три условия: законодательное закрепление муниципального сегмента прогноза кадровой потребности, предоставление открытого API ЕЦП для разработки локальных сервисов, включение в программы повышения квалификации сотрудников ЦЗН модулей по работе с алгоритмическими системами и платформенной занятостью. Без выполнения первых двух условий третье утрачивает практический смысл – квалификация, не подкреплённая полномочиями и инструментами, не трансформируется в управленческое действие.

Литература

1. Вуколов В. Л. Особенности нормативно-правового регулирования использования цифровых технологий на рынке труда и в сфере трудовых отношений // Социально-трудовые исследования. 2023. Т. 51. № 2. С. 8-15.
2. Гольцов Д. А., Эпов Б. А., Токарь И. Д. Развитие трудового права под воздействием цифровых технологий // Право и управление. 2024. № 1. С. 191-197.
3. Дмитриев М. В., Горшенин В. Ф. Проблемы цифровизации трудовых отношений // Экономика труда и управление персоналом. 2023. № 4. С. 39-45.
4. Зонова О. В., Шевелева О. Б. Трансформация трудовых отношений в условиях цифровой экономики: новые вызовы и перспективы развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2022. Т. 18. № 8. С. 1452-1467.
5. Лушников А. М. Цифровизация трудового права и трудовые отношения // Закон. 2022. № 10. С. 28-37.
6. Миронова О. В., Делятицкая А. В. Влияние цифровых технологий на трансформацию трудовых отношений // Управленческий учет. 2022. № 10. С. 102-109.
7. Носова Ю. Б. Воздействие цифровизации на публично-правовое регулирование трудовых отношений // Юридическая наука. 2022. № 7. С. 31-34.
8. Попова С. С., Бойко С. А., Гохштанд Е. В., Недров А. А., Шевчук А. Р. Цифровизация службы занятости населения // Государственное управление. Электронный вестник. 2021. № 86. С. 264-283.
9. Потапова Л. Н. Трансформация нетипичных трудовых отношений в условиях цифровизации экономики // Управленческий учет. 2021. № 4-2. С. 457-463.
10. Пучкова В. В. Правовое регулирование трудовых отношений в условиях формирования и развития цифровизации: проблемы и перспективы развития // Право и государство: теория и практика. 2025. № 1. С. 218-220.
11. Рожкова А. Ю. Особенности дистанционного труда: сетевая и платформенная занятость // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2022. Т. 42. № 2. С. 112-120.
12. Сагандыков М. С. Государственная политика в сфере правового регулирования труда в условиях цифровизации экономики // Вестник Санкт-Петербургского университета. Право. 2023. Т. 14. № 1. С. 22-39.
13. Садовая Е. С. Рынок труда в цифровой экономике – перспективы регулирования // Мировая экономика и международные отношения. 2022. Т. 66. № 10. С. 102-111.
14. Собенина М. А. О влиянии цифровизации на трудовые правоотношения на современном этапе // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2023. Т. 47. № 3. С. 124-130.
15. Зевелева Е. А. Региональные различия в уровне автоматизации производств и их воздействие на пространственное развитие заработные платы и миграционные потоки рабочей силы // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 7. С. 82-92.

Digitalization of state functions in the field of labor relations regulation

Smirnov T.V.
M.V. Lomonosov Moscow State University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Digitalization of state functions in the regulation of labor relations is characterized by pronounced territorial and institutional heterogeneity, manifested in a significant lag of rural municipalities behind major urban agglomerations in the level of electronic document management and integration of digital services. Analysis of the dynamics of platform employment, growth in registrations on federal portals, and coverage of the self-employed reveals systemic lacunae in the legal and regulatory support for social protection, algorithmic transparency, and coordination between levels of public authority. The key dysfunctions are grouped into normative-legal, organizational-technological, and institutional clusters, where a lag in the legislative response to technological changes, incompatibility of regional systems, a deficit of municipal powers and qualifications, and weak feedback between local practices and federal lawmaking are observed. Comparison with the experience of France, the United Kingdom, South Korea, and Singapore underscores the limitations of the Russian model of centralization, which fails to account for the adaptive potential of local self-government in its integration with private platforms and the formation of territorially differentiated forecasts of labor demand. The identified disproportions in budgetary financing, staffing of employment centers, and the effectiveness of algorithmic vacancy matching indicate risks of digital exclusion for individual population cohorts and the reproduction of socio-economic disparities. The proposed directions for institutional adjustment are oriented toward a transition to a model of active municipal participation through legislative consolidation of local services based on open API, verification of digital profiles, and targeted territorial differentiation of standards. This makes it possible to increase the overall effectiveness of state employment policy in the context of digital transformation.

Keywords: Digitalization, labor relations, platform employment, municipal governance, digital transformation

This work was supported by a grant from the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan awarded to young candidates of sciences (postdoctoral researchers) for the purpose of defending a doctoral dissertation, conducting research, and performing employment functions in scientific and educational organizations of the Republic of Tatarstan under the State Program of the Republic of Tatarstan "Scientific and technological development of the Republic of Tatarstan" (Agreement No. 116/2024-PD).

References

1. Vukolov V. L. Features of the legal regulation of the use of digital technologies in the labor market and in the sphere of labor relations // Social and Labor Research. 2023. Vol. 51. No. 2. Pp. 8-15.
2. Goltsov D. A., Epov B. A., Tokar I. D. Development of Labor Law under the Influence of Digital Technologies // Law and Management. 2024. No. 1. Pp. 191-197.
3. Dmitriev M. V., Gorshenin V. F. Problems of Digitalization of Labor Relations // Labor Economics and Human Resources Management. 2023. No. 4. Pp. 39-45.
4. Zonova O. V., Sheveleva O. B. Transformation of Labor Relations in the Digital Economy: New Challenges and Development Prospects // National Interests: Priorities and Security. 2022. Vol. 18. No. 8. Pp. 1452-1467.
5. Lushnikov, A. M. Digitalization of Labor Law and Labor Relations // Zakon. 2022. No. 10. Pp. 28-37.
6. Mironova, O. V., and Delyatitskaya, A. V. The Impact of Digital Technologies on the Transformation of Labor Relations // Upravlencheskiy Uchet. 2022. No. 10. Pp. 102-109.
7. Nosova Yu. B. The Impact of Digitalization on the Public Law Regulation of Labor Relations // Legal Science. 2022. No. 7. Pp. 31-34.
8. Popova S. S., Boyko S. A., Gokhshtand E. V., Nedrov A. A., Shevchuk A. R. Digitalization of the Employment Service // Public Administration. Electronic Bulletin. 2021. No. 86. Pp. 264-283.
9. Potapova L. N. Transformation of Atypical Labor Relations in the Context of Digitalization of the Economy // Management Accounting. 2021. No. 4-2. Pp. 457-463.
10. Puchkova V. V. Legal Regulation of Labor Relations in the Context of the Formation and Development of Digitalization: Problems and Prospects // Law and State: Theory and Practice. 2025. No. 1. Pp. 218-220.
11. Rozhkova A. Yu. Features of Remote Labor: Network and Platform Employment // Legal Bulletin of Dagestan State University. 2022. Vol. 42. No. 2. Pp. 112-120.
12. Sagandykov M. S. State Policy in the Field of Legal Regulation of Labor in the Context of Digitalization of the Economy // Bulletin of St. Petersburg University. Law. 2023. Vol. 14. No. 1. Pp. 22-39.
13. Sadovaya E. S. Labor Market in the Digital Economy: Prospects for Regulation // World Economy and International Relations. 2022. Vol. 66. No. 10. Pp. 102-111.
14. Sobenina M. A. On the Impact of Digitalization on Labor Relations at the Present Stage // Legal Bulletin of Dagestan State University. 2023. Vol. 47. No. 3. Pp. 124-130.
15. Zelevleva E. A. Regional differences in the level of production automation and their impact on the spatial development of wages and labor migration flows // Environmental Management Issues. 2025. Vol. 4. No. 7. Pp. 82-92.

Экономика труда в условиях снижения численности населения трудоспособного возраста

Сопига Вячеслав Анатольевич
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Уральский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, a44a33@mail.ru,

Гранина Наталья Феодосьевна
старший преподаватель, Уральский юридический институт Министерства внутренних дел Российской Федерации, grannf2012@mail.ru

В статье анализируется процесс трансформации российского рынка труда в условиях устойчивого сокращения численности населения трудоспособного возраста. Рассматриваются демографические факторы, определяющие предложение рабочей силы, включая естественную убыль, миграционные процессы и последствия пенсионной реформы. Выявлено, что снижение безработицы до исторического минимума (2,6% в 2024 году) сопровождается формированием системного межотраслевого дефицита кадров, нетипичного для рыночной экономики. Оцениваются качественные характеристики трудовых ресурсов: показатели заболеваемости, инвалидности и преждевременной смертности, особенно среди мужчин, а также процессы старения рабочей силы. Исследуется роль цифровой трансформации как адаптационного механизма, включая влияние автоматизации на структуру занятости, поляризацию спроса на труд и развитие платформенной занятости. Анализируются бюджетные последствия старения населения и региональная дифференциация трудового потенциала. Обосновываются приоритетные направления экономической политики: повышение производительности труда, создание условий для занятости лиц старших возрастов, совершенствование системы непрерывного образования и дифференцированная региональная политика. Определены перспективные направления дальнейших исследований.
Ключевые слова: рынок труда, трудоспособное население, дефицит кадров, старение населения, занятость, безработица, цифровая трансформация, региональная дифференциация.

Введение

Современное состояние российской экономики характеризуется устойчивым сокращением численности граждан в трудоспособном возрасте, что обусловливает качественное изменение параметров функционирования национального рынка труда и ужесточает требования к инструментам регулирования занятости, динамике производительности и параметрам социальной защиты. Демографические детерминанты, включая затяжной период низкой рождаемости, избыточную смертность среди населения рабочих возрастов и трансформацию возрастной пирамиды, вступают в объективное противоречие с задачами экономического роста, предполагающими стабильное либо расширяющееся вовлечение трудовых ресурсов в хозяйственный оборот. Актуальность исследования определяется необходимостью идентификации ключевых проблем в сфере экономики труда, порождаемых снижением численности трудоспособной когорты, а также разработки направлений адаптации хозяйственной системы к складывающимся демографическим условиям.

Цель работы заключается в проведении комплексного анализа процессов трансформации российского рынка труда в условиях устойчивого сокращения численности населения трудоспособного возраста. В рамках данной цели предполагается оценить структурные сдвиги в сферах занятости и безработицы, проследить изменения качественных параметров трудового потенциала, определить степень влияния цифровизации и выявить бюджетные ограничения, сопряжённые с демографическими изменениями. Достижение цели требует последовательного решения задач, включающих анализ демографических детерминант предложения рабочей силы, выявление изменений в соотношении спроса и предложения с акцентом на феномен кадрового дефицита, а также оценку состояния здоровья и возрастной структуры занятого населения. Дополнительно рассматривается роль цифровой трансформации как адаптационного механизма и исследуются региональные и бюджетные последствия старения населения. Методологическая база включает методы статистического, структурного и регрессионного анализа, а также общенаучные подходы к систематизации эмпирических данных. Информационной основой послужили официальные публикации Росстата и актуальные научные труды.

Демографические тенденции и трансформация предложения труда

Фундаментальным вызовом для отечественной экономики выступает устойчивое уменьшение численности когорты граждан в трудоспособном возрасте, поскольку именно эта группа населения обеспечивает основную часть предложения рабочей силы. Ретроспективный анализ динамики данного показателя в постсоветский период фиксирует долговременную тенденцию к сокращению, временно приостановленную исключительно за счёт институциональных изменений, а не естественного воспроизводства населения. Увеличение численности лиц трудоспособного возраста в 2021–2022 годах явилось прямым результатом повышения пенсионного возраста, а не позитивных сдвигов в демографической ситуации. Согласно оценочным расчётам, институциональный прирост превысил к 2023 году 9 млн человек, тогда как естественная убыль в трудоспособных когортах сохранялась [2, с. 81; 7, с. 10]. Возникающее расхождение между статистически фиксируемыми и реально доступными трудовыми ресурсами порождает иллюзию улучшения положения, скрывая прогрессирующее старение населения, ухудшение качественных характеристик рабочей силы, нарастание диспропорций между спросом и предложением и увеличение демографической нагрузки на занятое население.

За период с 2010 по 2020 год численность населения трудоспособного возраста (в границах, действовавших до реформы) сократилась на 6,1 млн человек, а его доля в общей численности населения снизилась на 5,6 процентных пункта, составив 56% [9, с. 49]. Для наглядного сопоставления динамики сокращения численности трудоспособного населения и одновременного увеличения доли лиц старше трудоспособного возраста эти данные визуализированы на рисунке 1.

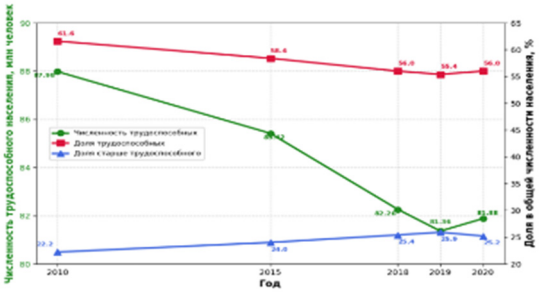


Рис. 1. Динамика численности и возрастной структуры населения Российской Федерации в 2010–2020 гг. *Источник: составлено автором по данным [9, с. 49].*

Как демонстрирует рисунок 1, за десять лет численность трудоспособного населения сократилась с 87,98 до 81,88 млн, то есть на 6,1 млн человек, а его доля уменьшилась с 61,6% до 56,0%. Параллельно происходило увеличение доли лиц старше трудоспособного возраста с 22,2% до 25,2%, что свидетельствует о прогрессирующем старении населения. Повышение ожидаемой продолжительности жизни, которое в ряде стран смягчает последствия низкой рождаемости, в российских условиях не компенсирует естественную убыль из-за сохраняющейся высокой смертности в рабочих возрастах. Пандемия COVID-19 и последующие геополитические события наложились на эту негативную динамику: за 2020–2022 годы избыточная смертность превысила 1 млн человек, причём значительная часть умерших относилась к возрастным группам, формирующим трудовые ресурсы [14, с. 822].

Миграционный прирост, традиционно выступавший компенсаторным механизмом естественной убыли, сократился количественно (с 429,9 тыс. человек в 2021 году до 61,9 тыс. в 2022 году) и претерпел качественную деформацию: выбытие населения в зарубежные страны достигло 668,4 тыс. человек, причём эмигрировали преимущественно высококвалифицированные специалисты, представители IT-сектора, научные работники и предприниматели [8, с. 45]. Данный процесс («утечка мозгов») усугубляет структурные диспропорции рынка труда, поскольку на смену эмигрировавшим специалистам приходят иностранные трудовые мигранты из стран Центральной Азии. К 2024 году их численность увеличилась до 3,5 млн человек, что позволило количественно восполнить дефицит рабочей силы, однако качественное несоответствие между потребностями высокотехнологичных отраслей и квалификацией прибывающих мигрантов осталось неразрешённым [8, с. 47].

Совокупность описанных процессов привела не только к абсолютному сокращению рабочей силы, но и к радикальному изменению её возрастной структуры. Анализ данных по 162 городам России за 2005–2020 годы показывает, что увеличение доли населения трудоспособного возраста зафиксировано лишь в двух населённых пунктах (Хасавюрте и Грозном), а в среднем по выборке снижение составило 11,7% [11, с. 94]. Коэффициент демографической нагрузки вырос на 139,2%, достигнув в отдельных городах 0,92 (92 нетрудоспособных на 100 трудоспособных). Возрастающая нагрузка не компенсируется ростом производительности труда, что создаёт долгосрочные риски для экономического развития, а демографический сдвиг трансформируется в экономическое ограничение через разрыв между динамикой численности занятых и их выработкой [11, с. 99].

Снижение безработицы и нарастание дефицита рабочей силы: структурные изменения на рынке труда

Трансформация российского рынка труда в условиях сокращения предложения рабочей силы обнаруживает следующую особенность: снижение уровня безработицы до исторического минимума сопровождается не ослаблением, а усилением напряжённости, которая приобретает структурный характер и выражается в нарастающем дефиците кадров. После февраля 2022 года, несмотря на санкционное давление и кратковременный экономический спад, безработица достигла минимальных за весь период наблюдений значений – 2,6% в 2024 году, а численность безработных приблизилась к 2 млн человек [1, с. 7]. Столь стремительное сокращение безработицы (среднегодовое снижение на 0,7 процентных пункта в 2022–2024 годах) не наблюдалось даже в периоды экономического подъёма середины 2000-х годов [1, с. 15]. Однако данная динамика отражает не улучшение ситуации, а переход к иному режиму функционирования, при котором доминирующей проблемой становится нехватка рабочей силы.

Одним из наиболее ярких проявлений нехватки рабочей силы служит рекордный уровень занятости, который в условиях сокращения численности трудоспособного населения не только не снижается, но достигает исторического максимума. В 2024 году численность занятых в экономике составила 74,3 млн человек, число зарегистрированных вакансий превысило 2 млн, а нагрузка незанятого населения на одну вакансию снизилась до 0,2 [8, с. 49]. Такая разнонаправленная динамика (рост занятости при сокращении безработицы и увеличении числа вакансий) наглядно демонстрирует переход к режиму системного кадрового дефицита. Данные о численности занятых и безработных в 2020–2024 гг. приведены на рисунке 2.

Рис. 2. Динамика численности занятых и безработных в Российской Федерации в 2020–2024 гг., млн человек. *Источник: составлено автором по данным [8, с. 46–49].*

Как следует из рисунка 2, за пятилетний интервал число занятых увеличилось на 3,7 млн человек (с 70,6 до 74,3 млн), а численность безработных сократилась более чем вдвое – с 4,3 до 2,0 млн. Подобное расхождение свидетельствует о формировании системного межотраслевого дефицита кадров. Для рыночной экономики характерно, что устойчивый рост занятости и рекордное снижение безработицы должны сопровождаться повышением реальной заработной платы и расширением предложения труда, однако в данном случае сокращение безработицы происходит на фоне абсолютного уменьшения населения трудоспособного возраста, что указывает на исчерпание резервов рабочей силы и делает ситуацию нетипичной, сопоставимой с характеристиками административно-командной системы [8, с. 50]. Структурные сдвиги в занятости происходят с интенсивностью, максимальной после 1991 года: индекс качества структурных сдвигов, учитывающий перераспределение работников между отраслями, в 2021 и 2023 годах превысил 0,6 [8, с. 48]. Наибольший прирост численности занятых за 2020–2024 годы зафиксирован в сферах профессиональной, научной и технической деятельности (21,7%), строительстве (17,1%) и здравоохранении (15,2%), тогда как сокращение характерно для сельского хозяйства и водоснабжения [8, с. 51]. В обрабатывающей промышленности, строительстве, транспорте и логистике фиксируется наиболее острый дефицит кадров, причём спрос на квалифицированных рабочих и инженеров продолжает расти [10, с. 606].

Значимым индикатором дефицита рабочей силы выступает динамика заработной платы. За период 2020–2024 годов среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций возросла с 51,3 тыс. рублей до 90,0 тыс. рублей, что в реальном исчислении соответствует приросту около 27% [8, с. 46]. Динамика роста номинальной заработной платы представлена на рисунке 3.

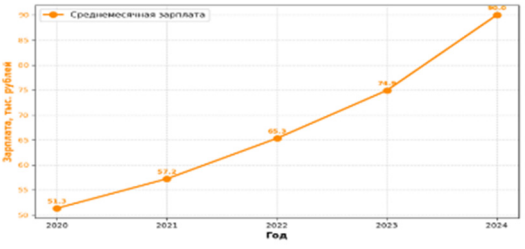


Рис. 3. Динамика среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников организаций в Российской Федерации в 2020–2024 гг., тыс. рублей. *Источник: составлено автором по данным Росстата [8, с. 46].*

Как следует из рисунка 3, номинальная заработная плата возросла в 1,75 раза, а наиболее интенсивный подъём зафиксирован в 2023–2024 годах (с 74,9 до 90,0 тыс. рублей). Вместе с тем отношение заработной платы к производительности труда (валовой внутренний продукт на одного занятого) остаётся невысоким – 44,2% в 2024 году, что свидетельствует о сохраняющемся систематическом занижении оплаты труда относительно реального вклада работников. Это обостряет кадровый дефицит, поскольку недостаточная материальная мотивация удерживает потенциальных работников вне рынка труда либо побуждает их переходить в секторы с более высоким уровнем оплаты.

Возрастная структура и качественные характеристики рабочей силы

Сокращение численности трудоспособного населения сопровождается ухудшением качественных параметров трудового потенциала, что выражается в повышенных показателях заболеваемости, инвалидности и преждевременной смертности, причём наиболее неблагоприятная ситуация фиксируется среди мужчин. По данным за 2018 год, первичная заболеваемость составила 6013 случаев на 10 тыс. лиц трудоспособного возраста, а за предшествующие семь лет её снижение не превысило 1,7%, что свидетельствует о практической стагнации в сфере сохранения здоровья рабочих возрастов [3, с. 793]. Такую динамику можно интерпретировать как недостаточную эффективность профилактических мероприятий и медицинского обслуживания. Существенным ограничением для углублённого анализа служит публикация статистических данных о заболеваемости без разделения по полу, что не позволяет дифференцировать состояние здоровья мужчин и женщин. Это особенно значимо, поскольку мужчины чаще заняты на работах с вредными и опасными условиями труда, вследствие чего они подвержены более высоким рискам формирования хронической патологии.

За период 2012–2018 годов показатели первичной инвалидности сократились у мужчин на 26,0% (до 43,2 на 10 тыс.), у женщин – на 24,1% (до 26,4 на 10 тыс.), однако эту динамику нельзя однозначно интерпретировать как улучшение здоровья, поскольку она в значительной степени обусловлена изменениями нормативно-правовой базы и критериев установления инвалидности [3, с. 794]. Уровень инвалидности среди мужчин на протяжении всего периода исследования в 1,6–1,7 раза превышал соответствующий показатель у женщин. Наиболее показательным является соотношение смертности и инвалидности: у женщин уровень инвалидности выше уровня смертности (в 1,3–1,5 раза), тогда как у мужчин смертность в 1,5–1,6 раза превышает инвалидность [3, с. 795]. Как следует из рисунка 4, уровень первичной инвалидности у мужчин составляет 43,2 на 10 тыс., смертности – 68,2; у женщин – 26,4 и 20,3 соответственно. Данное расхождение указывает на низкий уровень здоровья мужского населения, недостаточное внимание мужчин к собственному здоровью, а также на практику «самоотбора» в инвалидность, при которой статус инвалида оформляют лишь те, для кого выгоды от его получения превышают издержки, связанные с дискриминацией на рынке труда.

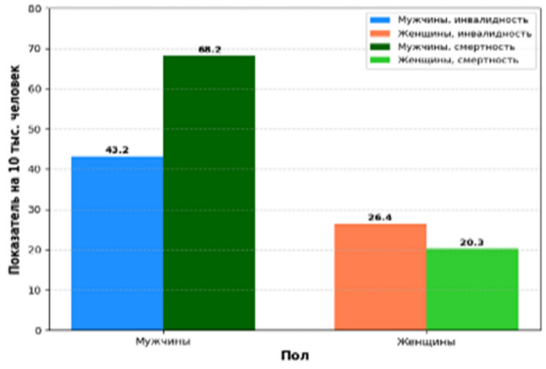


Рис. 4. Уровень первичной инвалидности и смертности населения трудоспособного возраста по полу в 2018 г., на 10 тыс. человек. *Источник: составлено автором по данным [3, с. 794–795].*

Повышение среднего возраста занятого населения выступает одной из наиболее устойчивых тенденций. За период 2014–2023 годов средний возраст рабочей силы увеличился с 40,2 до 42,0 лет, причём наиболее выраженный рост экономической активности фиксируется в группах 55–59 и 60–69 лет [9, с. 52]. Данная динамика отражает не столько добровольное стремление граждан старших возрастов продолжить трудовую деятельность, сколько вынужденную реакцию на изменение пенсионного законодательства. Повышение пенсионного возраста формально расширило границы трудоспособной когорты, однако ожидаемого прироста занятости среди лиц старших возрастов не произошло. Свидетельством тому служит сокращение численности работающих пенсионеров с 14,9 млн в 2015 году до 9,3 млн в 2020 году при одновременном снижении их доли с 36,0% до 21,4% [9, с. 53]. Сопоставление этих разнонаправленных процессов (рост среднего возраста на фоне резкого сокращения числа работающих пенсионеров) проиллюстрировано на рис.5.

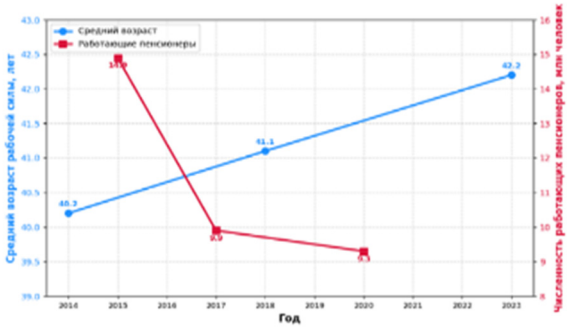


Рис. 5. Динамика среднего возраста рабочей силы и численности работающих пенсионеров в Российской Федерации. *Источник: составлено автором по данным [9, с. 52–53].*

Как следует из рисунка 5, средний возраст рабочей силы вырос с 40,2 лет в 2014 году до 42,2 лет в 2023 году, а численность работающих пенсионеров за 2015–2020 годы сократилась на 5,6 млн человек (с 14,9 до 9,3 млн). Ключевым фактором, демотивировавшим продолжение трудовой деятельности, явилась отмена индексации пенсий для работающих пенсионеров. Возникает противоречие между объективной потребностью экономики в расширении предложения рабочей силы за счёт лиц старших возрастов и отсутствием институциональных и экономических условий для их эффективного использования. К числу последних относятся несоответствие профессионально-квалификационного профиля пожилых работников современным требованиям, а также дискриминационные практики работодателей, предпочитающих нанимать более молодых сотрудников.

Для понимания масштаба влияния демографических факторов на рынок труда целесообразно обратиться к количественным оценкам взаимосвязи между численностью населения трудоспособного возраста и численностью работников организаций. Коэффициент линейной корреляции Пирсона за рассматриваемый период составил 0,96, что свидетельствует о сильной связи. Регрессионный анализ позволил установить, что изменение численности работников организаций на 0,22% соответствует изменению численности населения трудоспособного возраста на 1% [11, с. 98]. Данная зависимость означает, что сокращение численности когорты граждан в трудоспособном возрасте практически прямо (без существенных временных задержек) приводит к уменьшению числа занятых, поскольку предприятия не восполняют потерю работников ни за счёт повышения интенсивности труда, ни за счёт замещения капиталом. Демографический спад транслируется в сокращение занятости, что повышает значимость мер по увеличению производительности труда как основного способа компенсации.

Цифровая трансформация и адаптационные механизмы рынка труда

В условиях дефицита кадров и старения населения цифровая трансформация рассматривается как инструмент адаптации, позволяющий замещать рутинные функции автоматизированными системами и повышать производительность труда. Анализ влияния цифровизации на занятость показывает, что автоматизация и внедрение искусственного интеллекта не увеличивают риски массовой безработицы, а способствуют росту производительности и созданию новых рабочих мест [4, с. 668]. Как показано в работе А.Б. Вешкуровой и Я.К. Терганова, корреляционный анализ за 2006–2021 годы выявил слабую отрицательную зависимость между изменением производительности труда и уровнем безработицы, то есть рост производительности не сопровождается значительным сокращением персонала. Сопоставление темпов ввода промышленных роботов и уровня занятости в странах – лидерах по роботизации (Китай, Япония, США, Германия) подтверждает, что в этих странах, испытыва-

ющих дефицит трудовых ресурсов, занятость не снижается, а новые рабочие места возникают в сферах производства, обслуживания и управления роботизированными системами [4, с. 676].

Внедрение цифровых технологий закономерно повышает требования к профессиональным компетенциям. Автоматизация в первую очередь затрагивает среднеоплачиваемые профессии, связанные с рутинными операциями, что приводит к поляризации занятости: возрастает спрос как на высококвалифицированных ИТ-специалистов, так и на низкооплачиваемый ручной труд, тогда как средний сегмент рабочих мест сокращается [12, с. 270]. Это усиливает социальное неравенство и требует постоянного обновления компетенций. Эффективная система непрерывного образования должна включать подготовку молодых специалистов к цифровой экономике и программы переподготовки для работников старших возрастов. Платформенная занятость (фриланс, удалённая работа), предоставляя гибкость, создаёт риски прекаризации – снижения социальных гарантий, отсутствия пенсионных отчислений и ограниченного доступа к медицинскому страхованию [12, с. 275].

Дифференцированные подходы к профессиональному обучению: для молодёжи (до 25 лет) – обучение цифровым навыкам (программирование, аналитика данных); для лиц среднего возраста (25–50 лет) – переориентация на востребованные профессии; для лиц старшего возраста (50+) – обучение базовым навыкам работы с компьютером [4, с. 681]. Важным направлением признаётся развитие кросс-функциональности – способности работника выполнять задачи в разных функциональных областях, что снижает риски потери работы при автоматизации. Искусственный интеллект может использоваться для выстраивания индивидуальных траекторий профессионального развития, но не заменяет человеческую экспертизу [4, с. 682].

Концепция человекоцентричного работодателя получает распространение именно в условиях дефицита кадров. Человекоцентричность предполагает, что интересы и благополучие сотрудника становятся приоритетом компании, а забота о персонале рассматривается как инструмент достижения бизнес-целей [10, с. 609]. Согласно расчётам индекса человекоцентричности, в 2023 году средний индекс по России и странам СНГ составил 53 балла из 100, причём наиболее человекоцентричными оказались промышленные и энергетические компании (63 балла). Внедрение гибких форматов работы, программ обучения и мер по охране здоровья становится значимым фактором привлечения и удержания кадров [10, с. 611].

Бюджетные и региональные последствия старения населения

Старение населения и сокращение численности трудоспособной когорты непосредственно влияют на устойчивость бюджетной системы, увеличивая расходные обязательства (пенсии, здравоохранение, социальные услуги) при одновременном сужении доходной базы (налоговые поступления и страховые взносы) [6, с. 174]. В странах с распределительными пенсионными системами увеличение коэффициента демографической нагрузки приводит к финансовому напряжению, которое может быть смягчено повышением пенсионного возраста, изменением формул расчёта выплат или развитием накопительных компонентов. Применительно к России необходимы не только срочные меры по сокращению дефицита, но и пересмотр налогово-бюджетной стратегии с ориентацией на долгосрочную перспективу, включая повышение эффективности расходов и вывод экономики из тени [6, с. 175].

Региональные аспекты изменения трудовых ресурсов обнаруживают значительную дифференциацию. Основная численность населения сосредоточена в Центральном, Приволжском, Сибирском и Южном федеральных округах, однако именно в этих округах наблюдается наиболее быстрое сокращение населения [13, с. 1507]. Прирост численности постоянного населения зафиксирован только в Северо-Кавказском округе, тогда как в Дальневосточном округе сохраняется тенденция к депопуляции. Наибольшей миграционной подвижностью обладают лица трудоспособного возраста (69,6% от общего числа мигрантов), причём отток из Сибирского и Дальневосточного округов направлен в центральные и южные регионы [13, с. 1508]. Это формирует самоусиливающийся цикл: сокращение трудовых ресурсов в периферийных регионах ухудшает их экономическое положение, стимулируя дальнейший отток.

Анализ потенциальной рабочей силы (лиц, не входящих в состав рабочей силы, но готовых работать при определённых условиях) показывает, что её численность сократилась с 1,58 млн человек в 2019 году до 0,77 млн в 2024 году [5, с. 8]. Регрессионный анализ выявил устойчивое снижение в среднем на 98,4 тыс. человек в год при отчётливой региональной дифференциации. Выделяются четыре группы регионов: с положительной динамикой (Республика Дагестан, Московская, Свердловская области, Краснодарский край); со стабильными показателями (Архангельская, Ленинградская, Нижегородская области); с умеренным снижением (Ивановская, Тульская, Калининградская области) и с критическим снижением (Тамбовская, Ульяновская области, Еврейская автономная область) [5, с. 12]. Это подтверждает необходимость территориально адаптированной политики управления трудовыми ресурсами.

Заключение

Проведённый анализ позволяет заключить, что снижение численности населения трудоспособного возраста в Российской Федерации представляет собой долговременную тенденцию, обусловленную комплексом демографических, социально-экономических и институциональных факторов. Пенсионная реформа не привела к ожидаемому увеличению занятости среди лиц старших возрастов, а пандемия COVID-19 и геополитические события 2022 года усугубили потери трудовых ресурсов как в количественном, так и в качественном выражении. Рынок труда отреагировал на сокращение предложения рабочей силы переходом от состояния умеренной безработицы к системному дефициту кадров, что проявляется в рекордно низких уровнях безработицы, росте числа незаполненных вакансий и ускорении роста заработной платы, особенно в обрабатывающей промышленности, строительстве и транспорте.

Структурные изменения в занятости, отличающиеся наивысшей интенсивностью с начала 1990-х годов, сопровождаются дифференциацией спроса на труд: возрастает потребность как в высококвалифицированных кадрах в сфере информационных технологий и профессиональных услуг, так и в низкоквалифицированных работниках, тогда как среднеквалифицированные рутинные профессии сокращаются. Этот процесс ведёт к усилению социально-экономического неравенства и требует реформирования системы профессиональной подготовки с акцентом на непрерывное образование и развитие цифровых компетенций. Цифровая трансформация не сопровождается увеличением технологической безработицы, однако следствием выступает ужесточение требований к качеству рабочей силы и возникновение рисков прекаризации для лиц, занятых в нестандартных формах трудовых отношений.

Качество трудового потенциала остаётся ключевой проблемой. Высокая заболеваемость, преждевременная смертность (особенно среди мужчин) и невысокий уровень экономической активности лиц старших возрастов ограничивают возможность компенсации демографического спада за счёт внутренних резервов. Соотношение смертности и инвалидности у мужчин (смертность в 1,5–1,6 раза выше) указывает на низкую эффективность системы профилактики. Региональная дифференциация усугубляет проблему, поскольку миграционный отток из периферийных и восточных регионов в центральные и южные порождает устойчивые диспропорции, преодоление которых невозможно без целенаправленной инвестиционной и социальной политики.

Приоритетными направлениями экономической политики следует признать повышение реальной производительности труда за счёт автоматизации, роботизации и внедрения искусственного интеллекта там, где это экономически эффективно, создание условий для использования потенциала лиц старших возрастов через адаптацию рабочих мест и программы переподготовки, совершенствование системы здравоохранения для снижения преждевременной смертности, развитие непрерывного образования и системы профессиональной переориентации с учётом цифровой трансформации, а также проведение дифференцированной региональной политики, направленной на снижение оттока населения и стимулирование экономической активности в депрессивных регионах. Комплексная реализация данных мер позволит смягчить негативные последствия сокращения численности населения трудоспособного возраста и обеспечить устойчивое экономическое развитие.

Перспективные дальнейшие исследования включают детальный анализ отраслевой структуры кадрового дефицита и профессионально-квалификационных групп, подверженных риску автоматизации, а также разработку методики количественной оценки влияния иммиграционных потоков различного уровня квалификации на замещение вакансий. Отдельного внимания заслуживает оценка эффективности мер по стимулированию занятости лиц предпенсионного и пенсионного возраста с учётом их воздействия на производительность труда и межпоколенческую передачу знаний. Необходима также адаптация систем профессионального образования к требованиям цифровой экономики и разработка прогнозных моделей баланса трудовых ресурсов при различных демографических и технологических сценариях.

Литература

1. Ахапкин Н. Ю. Структурная динамика российского рынка труда: эффекты санкционных ограничений // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2024. – № 6. – С. 7–23.

2. Ахапкин Н. Ю. Формирование ресурсов труда и перспективы экономического роста // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2022. – № 6. – С. 79–95.

3. Бухтияров И. В. и др. Заболеваемость, инвалидность и смертность населения трудоспособного возраста в России // Медицина труда и промышленная экология. – 2022. – Т. 62. – № 12. – С. 791–796.

4. Вешкурова А. Б., Терганов Я. К. Цифровая трансформация и безработица: пути совмещения технологического прогресса и обеспечения занятости населения // Экономика труда. – 2023. – Т. 10. – № 5. – С. 665–684.

5. Гневашева В. А. Аспекты изменения территориальной структуры и численности потенциальной рабочей силы России // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2025. – № 3 (83). – С. 8.

6. Зефиров В. И., Филобокова Е. А. Устойчивость бюджетной системы в условиях старения населения // Вестник Академии знаний. – 2025. – № 3 (68). – С. 172–176.

7. Кашепов А. В. Баланс трудовых ресурсов: традиционные и современные методы расчета и формирования // Социально-трудовые исследования. – 2022. – № 4 (49). – С. 8–15.

8. Кашепов А. В. Рынок труда и занятость в России в 2020–2024 гг // Социально-трудовые исследования. – 2024. – № 4 (57). – С. 43–52.

9. Колесникова О. А., Маслова Е. В., Околелых И. В. Проблемы трудовых ресурсов: дефицит, сдвиги в структуре, парадоксы старения // Социально-трудовые исследования. – 2022. – № 2 (47). – С. 42–55.

10. Костенькова Т. А. Проблемы развития российского рынка труда в условиях нестабильности и новых трендов // Экономика труда. – 2025. – Т. 12. – № 5. – С. 597–616.

11. Орешников В. В. Оценка изменения возрастной структуры населения городов России и последствий для экономики // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2022. – № 4. – С. 89–103.

12. Полякова М. В. Влияние цифровой трансформации на рынок труда в Российской Федерации // Прогрессивная экономика. – 2025. – № 5. – С. 266–279.

13. Яркова С. А., Савченко Е. Е., Соколова Л. Г. Динамика показателей трудового фактора для оценки возможностей стратегического развития экономики регионов России // Экономика труда. – 2023. – Т. 10. – № 10. – С. 1503–1516.

14. Яркова Т. М. Волатильность рынка труда в современных условиях // Экономика труда. – 2024. – Т. 11. – № 6. – С. 819–834.

Labor Economics Amid Declining Working-Age Population

Sopiga V.A., Granina N.F.
Ural Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article analyzes the transformation process of the Russian labor market amid a sustained decline in the working-age population. Demographic factors determining labor supply are examined, including natural population decline, migration processes, and the consequences of the pension reform. It is revealed that the reduction of unemployment to a historic minimum (2.6% in 2024) is accompanied by the formation of a systemic cross-sectoral labor shortage, atypical for a market economy. The qualitative characteristics of labor resources are assessed, including morbidity, disability, and premature mortality rates, particularly among men, as well as the aging processes of the labor force. The role of digital transformation as an adaptation mechanism is investigated, covering the impact of automation on the employment structure, labor demand polarization, and the development of platform employment. The budgetary consequences of population aging and the regional differentiation of labor potential are analyzed. Priority directions of economic policy are substantiated, including increasing labor productivity, creating conditions for the employment of older age groups, improving the system of lifelong education, and implementing differentiated regional policies. Promising areas for further research are identified.

Keywords: labor market, working-age population, labor shortage, population aging, employment, unemployment, digital transformation, regional differentiation.

References

1. Akhapkin N. Yu. Structural Dynamics of the Russian Labor Market: Effects of Sanctions Restrictions // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. – 2024. – No. 6. – P. 7–23.
2. Akhapkin N. Yu. Formation of Labor Resources and Prospects for Economic Growth // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. – 2022. – No. 6. – P. 79–95.
3. Bukhtiyarov I. V. et al. Morbidity, Disability, and Mortality of the Working-Age Population in Russia // Occupational Medicine and Industrial Ecology. – 2022. – Vol. 62, No. 12. – P. 791–796.
4. Veshkurova A. B., Terganov Ya. K. Digital Transformation and Unemployment: Ways to Combine Technological Progress and Ensuring the Employment of the Population // Labor Economics. – 2023. – Vol. 10, No. 5. – P. 665–684.
5. Gnevasheva V. A. Aspects of Changes in the Territorial Structure and Number of the Potential Labor Force in Russia // Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal. – 2025. – No. 3 (83). – P. 8.
6. Zefirov V. I., Filobokova E. A. Stability of the Budgetary System under Population Aging // Bulletin of the Academy of Knowledge. – 2025. – No. 3 (68). – P. 172–176.
7. Kashepov A. V. Balance of Labor Resources: Traditional and Modern Methods of Calculation and Formation // Social and Labor Studies. – 2022. – No. 4 (49). – P. 8–15.
8. Kashepov A. V. Labor Market and Employment in Russia in 2020–2024 // Social and Labor Studies. – 2024. – No. 4 (57). – P. 43–52.
9. Kolesnikova O. A., Maslova E. V., Okolelykh I. V. Labor Resources Issues: Deficit, Structural Shifts, Paradoxes of Aging // Social and Labor Studies. – 2022. – No. 2 (47). – P. 42–55.
10. Kostenkova T. A. Problems of the Development of the Russian Labor Market under Conditions of Instability and New Trends // Labor Economics. – 2025. – Vol. 12, No. 5. – P. 597–616.
11. Oreshnikov V. V. Assessment of Changes in the Age Structure of the Urban Population of Russia and Consequences for the Economy // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Socio-Economic Sciences. – 2022. – No. 4. – P. 89–103.
12. Polyakova M. V. The Impact of Digital Transformation on the Labor Market in the Russian Federation // Progressive Economy. – 2025. – No. 5. – P. 266–279.
13. Yarkova S. A., Savchenko E. E., Sokolova L. G. Dynamics of Labor Factor Indicators for Assessing the Opportunities of Strategic Development of the Regional Economies of Russia // Labor Economics. – 2023. – Vol. 10, No. 10. – P. 1503–1516.
14. Yarkova T. M. Volatility of the Labor Market under Modern Conditions // Labor Economics. – 2024. – Vol. 11, No. 6. – P. 819–834.

Концептуальные основы модели «национального управления рисками производства — 2037» (НУРП—2037)

Стрижков Владислав Александрович
аспирант, Самарский государственный экономический университет (СГЭУ), sva1978@osmail.ru

В статье разработана и концептуально обоснована модель «Национального управления рисками производства — 2037» (НУРП—2037) как трёхуровневая институционально-цифровая система управления рисками производственных предприятий. Цель — разработать концептуальные основы и дорожную карту НУРП—2037, обосновать её архитектурное ядро через сравнительный анализ с ведущими международными рамками и сформулировать рекомендации по внедрению. Методы: трёхуровневая декомпозиция модели (онтологический, архитектурный, институциональный уровни) и сравнительный анализ с ISO 31000:2018, COSO ERM 2017 и моделью трёх линий защиты (IIA, 2020) по шести критериям. Установлено, что НУРП—2037 действует в «белом пятне» существующих рамок: модель построена для использования не только внутри отдельного предприятия, но и в более широком контуре — между предприятиями, отраслями и государством, что позволяет обеспечивать сопоставимость данных о рисках на основе единых терминов и независимой проверки. Предложена архитектура «Национальной платформы данных о рисках» (НПДР) с шестью взаимосвязанными контурами, выявлены внутренние риски модели и меры их нейтрализации, сформулирована двухфазная дорожная карта (2027—2031 гг. и 2032—2037 гг.). Научная новизна заключается в формализации национального уровня управления рисками производственных предприятий как самостоятельного архитектурного объекта, объединяющего онтологию рисков, цифровую платформу и институт независимой верификации. Исследование — часть подготовки диссертации по тематике «Развитие технологий риск-менеджмента производственных предприятий» (рабочее название может быть уточнено). Авторской новизной заявлена сама методика НУРП—2037, а также расчёты дорожной карты её реализации, что наиболее полно изложено в готовящемся к публикации диссертационном исследовании.

Ключевые слова: управление рисками, производственные риски, производственные предприятия, Национальная платформа данных о рисках, резильентность, цифровые двойники, промышленный искусственный интеллект, операционные риски, независимый аудит соответствия, киберфизические системы, IoT, IIoT, стандартизация, ключевые индикаторы риска, дорожная карта реализации, сравнительный анализ.

Введение

В отечественных и мировых практиках риск-менеджмент производственных предприятий нередко сводится к контролю формального соответствия, вследствие чего процедуры описания рисков становятся самоцелью и зачастую становятся оторванными от реальных процессов. Это задаёт актуальную проблему не только как преодоление «бумажного соответствия», но и как смену парадигмы (от дискретного реактивного реагирования на инциденты, к непрерывному проактивному управлению устойчивостью производственных предприятий). В этой логике риск трактуется как отражение скорости и направленности изменений, а риск-менеджмент — как режим настройки темпа развития в границах допустимых отклонений [1, 2].

Разработанная нами модель «Национального управления рисками производства — 2037» (НУРП—2037) исходит из принципа, что резильентность (как устойчивость к шокам и быстрое восстановление предприятий) возникает не из устранения всех угроз, а из способности производственных предприятий быстро адаптироваться к изменениям и извлекать уроки. Поэтому целевое состояние НУРП—2037 следует связывать не столько с «отсутствием аварий», сколько с устойчивой управляемостью производственных предприятий в условиях сбоев, технологических обновлений и внешних шоков, когда процедуры изменений встроены в контур управления рисками, а сам риск фиксирует разрыв между скоростью преобразований и способностью системы удерживать управляемость.

Необходимость перехода от простой адаптации международных стандартов к национальной специфике обусловлена тем, что современные производственные риски всё чаще локализуются «на стыках» (между технологическим и цифровым контурами, между предприятием и интегратором, между поставщиками и производственными площадками и др.) [3]. Частные системы риск-менеджмента, даже обладая сильными сторонами, остаются трудно сопоставимыми. Именно эту лакуну модель НУРП—2037 стремится закрыть за счёт унификации языка, платформенной сопоставимости данных и независимой верификации [1, 2].

Далее будет раскрыты детали достигнутой цели исследования — разработать концептуальные основы и дорожную карту реализации модели НУРП—2037, обосновать её архитектурное ядро через сравнительный анализ с ведущими международными рамками и сформулировать рекомендации на трёх уровнях (производственных предприятий, отраслей и государства).

Обзор литературы

Релевантная исследованию литература группируется в несколько взаимосвязанных линий:

– Первая трактует риск-менеджмент как компонент управляемости качества и процессов, где «качество» охватывает не только продукцию, но и качество решений и данных [1].

– Вторая систематизирует управленческую и прикладную теорию риск-менеджмента, показывая, что переход от организационного уровня к уровню экосистемы невозможен без общего языка и согласованных метрик [2, 4].

– Третья линия развивает процессный подход и подчёркивает, что риск-менеджмент эффективен только тогда, когда встроен в реальные процессы, а не существует в форме автономной отчётности [5].

– Четвёртая акцентирует институциональную сторону: разграничение ролей, независимость контроля и предотвращение конфликтов интересов [6].

– Пятая линия касается рисков киберфизических систем и нормативно-терминологической базы. В киберфизических средах риск распределяется между физическим процессом, цифровым управлением и коммуникационной инфраструктурой [7, 8], тогда как стандарты ГОСТ Р 51897—2021, ГОСТ Р 51901.1—2002, ГОСТ Р 57272.1—2016, ГОСТ Р ИСО 31000—2019, ГОСТ Р ИСО 31073—2024 и др. образуют нормативный фундамент сопоставимости данных о рисках [9–13].

Перекрёстный анализ перечисленных направлений выявляет центральную лакуну: отсутствие архитектуры, которая обеспечивала бы сопоставимость практик управления рисками между производственными предприятиями и отраслями, не редуцируя риск-менеджмент к формальному контролю. Что подводит нас к ключевому выводу о том, что национальный контур управления рисками требует не простого расширения

корпоративных практик, а специальной архитектуры сопоставимости, доверия и процедурной однородности.

Методы исследования

Исследование опирается на два взаимодополняющих метода:

Во-первых, используется трёхуровневая декомпозиция модели НУРП—2037: 1) онтологический уровень, описывающий риск как разрыв управляемости изменений и резильентность как способность производственных предприятий управлять преобразованиями и восстанавливаться после шоков [1]; 2) архитектурный уровень, раскрывающий контуры, потоки и узлы модели, а также роль «Национальной платформы данных о рисках» (НПДР) как механизма сопоставимости [1, 2]; 3) институциональный уровень, фиксирующий разграничение ролей, независимый контроль и верификацию соответствия как институт доверия [2, 6].

Во-вторых, применяется сравнительный анализ модели НУРП—2037 со стандартом ISO 31000:2018 [9], рамкой COSO ERM 2017 [10] и моделью трёх линий защиты (The IIA's Three Lines Model, 2020) [11] по шести операционализированным критериям: масштабу применения, наличию механизма сопоставимости данных о рисках между производственными предприятиями, структурной независимости верификации соответствия, интеграции технологий агентного искусственного интеллекта (агентный ИИ) и цифровых двойников, охвату киберфизических рисков и статусу терминологической стандартизации в архитектуре системы. Такая процедура позволяет сопоставлять рамки не декларативно, а по их фактической способности поддерживать координацию между предприятиями и отраслями, а также доверие к агрегированным данным.

Методологическим ограничением исследования на данном этапе является отсутствие доказательства на основе результатов практического внедрения. Поэтому выводы сформулированы как концептуальные следствия архитектурной логики модели и результатов сравнительного анализа. Вместе с тем указанное ограничение задаёт пределы интерпретации, но не отменяет обоснованности самой конструкции и формирует направление для последующей эмпирической валидации. При этом наличие в библиографических источниках количественных подходов к оценке устойчивого развития промышленного предприятия дополнительно подтверждает перспективность последующей эмпирической валидации модели [12].

Основная часть

Модель НУРП—2037 сформулирована нами как как система, где ключевым узлом выступает «Национальная платформа данных о рисках» (НПДР), связывающая контуры политик и стандартов, отчётности производственных предприятий, аналитики, предупреждений и сигналов, независимой верификации и обратной связи. Три уровня модели (онтологический, архитектурный и институциональный) образуют единую конструкцию, в которой стандартизация терминов является конструктивным, а не декларативным элементом архитектуры (Рисунок 1).

Источник: составлено автором.
Рисунок 1. Упрощённая схема модели НУРП—2037

Онтологический фундамент модели исходит из того, что риск следует рассматривать не только как вероятность ущерба, но и как показатель управляемости изменений (технологических, цифровых, организационных и др.). Отсюда риск-менеджмент предстает не только средством минимизации потерь, но и дисциплиной управления качеством процессов и решений [1, 2]. Для модели национального уровня это особенно существенно, поскольку предиктивность без сопоставимости остаётся локальной: предприятия могут оставаться «предиктивными для себя», но при этом — не формировать целостной системной картины, пригодной для межотраслевого сравнения и обновления регулятивных решений.

Архитектурное ядро модели НУРП—2037 составляет НПДР, функция которой состоит в преобразовании разноуровневой информации в сопоставимые агрегаты. Однако сопоставимость не является естественным свойством данных (она возникает лишь при наличии единого языка, терминов и процедур). Поэтому стандартизация терминов по ГОСТ Р ИСО 31073—2024 [13], принципов по ГОСТ Р ИСО 31000—2019 [14] и процедур анализа риска технологических систем по ГОСТ Р 51901.1—2002 [15] рассматривается как условие участия в платформе, а не как добровольная рекомендация. Именно в этом пункте модель НУРП—2037 переводит стандартизацию в сферу архитектурных требований.

Сравнительный анализ (Таблица 1) показывает, что стандарт ISO 31000:2018, рамка COSO ERM 2017 и модель трёх линий защиты ориентированы главным образом на уровень отдельного предприятия и не решают задачу сопоставимости данных о рисках между предприятиями и отраслями в национальном масштабе. Модель НУРП—2037, напротив, выстраивается именно вокруг этой задачи, дополняя международные рамки на уровне координации между производственными предприятиями и отраслями.

Архитектура НПДР включает шесть взаимосвязанных контуров: 1) контур политик и стандартов; 2) контур отчётности производственных предприятий; 3) аналитический контур, в котором используются технологии индустриального агентного искусственного интеллекта (агентного ИИ) и цифровые двойники; 4) контур предупреждений и рекомендаций; 5) контур независимой верификации; 6) контур обратной связи, обеспечивающий обновление методик, образовательных программ и экспертной базы. Ключевой принцип модели состоит в сочетании вертикальных связей между государством, институтами, платформой, предприятиями, отраслевыми объединениями и горизонтальными связями обмена практиками, вследствие чего система приобретает не только контрольную, но и обучающую функцию.

Таблица 1
Сравнительный анализ НУРП—2037 и ведущих рамок управления рисками.

Критерий	ISO 31000:2018	COSO ERM 2017	Three Lines (IIA, 2020)	Модель НУРП—2037
1. Масштаб применения.	Предприятие/ организация.	Предприятие/ организация.	Предприятие/ организация.	Национальный уровень (в т.ч. отрасли и предприятия).
2. Сопоставимость данных между предприятиями.	Отсутствует.	Рекомендательная унификация.	Не предусмотрена.	Конститутивный элемент платформы.
3. Независимость верификации.	Внешний аудит опционален.	Совет директоров.	Внутренний аудит (3-я линия).	Отдельный институциональный контур.
4. Интеграция агентного ИИ и цифровых двойников.	Не предусмотрена.	Не предусмотрена.	Не предусмотрена.	Архитектурный контур платформы.
5. Охват киберфизических рисков.	Частичный.	Частичный.	Частичный.	Полный, системное условие.
6. Стандартизация терминологии.	Рекомендация.	Рекомендация.	Не акцентирована.	Конститутивное условие архитектуры.

Источник: составлено автором на основе [9–11, 14, 16].

Цифровые инструменты в модели НУРП—2037 рассматриваются как производные от дисциплины данных. Если входные данные неточны, несопоставимы или искажены, аналитика лишь воспроизводит ошибки в предупреждениях. Поэтому технологии агентного ИИ, цифровые двойники и IIoT-инфраструктура не могут выступать автономным основанием предиктивности, поскольку их эффективность ограничена качеством стандартизированной среды сбора, классификации и верификации информации [8, 16, 17]. В этом смысле цифровизация усиливает не только аналитические возможности, но и требования к качеству источников данных и устойчивости инфраструктуры к киберрискам.

Ключевой институциональной особенностью модели является вынесение верификации соответствия в отдельный контур. Национальная система не может опираться только на самоотчётность субъектов, если претендует на обновление стандартов и распределение мер поддержки. Независимая верификация в этой логике выступает механизмом перевода данных в нормативно значимые управленческие решения, а её институциональная автономия подкрепляется методической определённостью [2, 6, 13, 14, 18]. Тем самым доверие к платформе обеспечивается не декларированием добросовестности участников, а процедурно проверяемым порядком подтверждения данных.

Вместе с тем сама модель порождает ряд внутренних рисков: во-первых, фрагментация цифровых контуров разрушает сопоставимость и превращает платформу в набор разрозненных данных; во-вторых, сохраняется риск имитации при котором, чем выше давление на количественные показатели, тем сильнее стимулы к формальной оптимизации отчётности; в-третьих, концентрация данных на уровне национальной платформе повышает институциональные и киберриски; в-четвёртых, уязвимости IIoT и киберфизических систем способны подорвать целостность данных и качество предиктивной аналитики [5, 7, 8].

Для нейтрализации этих рисков необходимы: механизмы содержательной верификации и взаимной проверки данных; распределённое хранение и дифференцированный доступ; обязательная сертификация IIoT-устройств и регулярные стресс-тесты кибербезопасности; а также программы подготовки кадров, в которых аналитика рассматривается как инструмент поддержки управленческих решений, а не как средство вытеснения управленческой ответственности. Иначе технологическое усиление системы может сопровождаться институциональным ослаблением её практической применимости.

Условия реализуемости модели НУРП—2037 образуют четыре взаимосвязанных блока: первый — единый язык и процедуры, обеспечиваемые терминологическими и методическими стандартами [13–15, 18]; второй — процессная встроенность, при которой управление рисками становится продолжением управления операционными контурами, а не бюрократической надстройкой [5]; третий — институциональная независимость контроля как условие доверия к агрегированным данным [2, 6]; четвёртый — согласование риск-менеджмента с ускорением технологических изменений и требованиями киберустойчивости [7, 8, 17]. По нашему мнению, только совокупность этих условий превращает платформу данных из технического решения в рабочий институт управления.

Дорожная карта реализации модели НУРП—2037 структурируется в две фазы: первая фаза (2027—2031 гг.) направлена на создание институциональных основ (разработку стандартов, пилотные проекты, формирование платформы и подготовку кадров); вторая фаза (2032—2037 гг.) связана с масштабированием (подключением большинства производственных предприятий, активным использованием технологий индустриального агентного ИИ и цифровых двойников, формированием национальной базы рисковых профилей). Такой эволюционный подход позволяет сочетать наращивание предиктивности с постепенным накоплением эмпирических данных для корректировки политик и избегать подмены институционального развития одномоментной технологической экспансией. Более детально (в разбиении по годам) данные этапы рассмотрены в готовящемся к публикации диссертационном исследовании.

На уровне производственных предприятий минимально необходимы: приведение терминологии риск-менеджмента в соответствие с ГОСТ Р 51897—2021 и ГОСТ Р ИСО 31073—2024 [13, 18]; встроенность управления рисками в операционные контуры с минимизацией ручной отчётности; включение киберрисков IIoT-инфраструктуры и каналов передачи данных в общий периметр риск-менеджмента [8], а также достаточный уровень покрытия телеметрией ключевых показателей рисков. На уровне отраслей необходимы отраслевые расширения базовых стандартов, механизмы агрегирования данных при сохранении конфиденциальности и методическая однородность независимой верификации. На уровне государства — создание НПДР как государственной цифровой инфраструктуры, учреждение института независимой верификации с законодательным мандатом и актуализация нормативной базы с включением требований к безопасности киберфизических систем [7, 14, 17].

Выводы и результаты исследования

1. Модель НУРП—2037 концептуально оформляет национальную систему управления производственными рисками как замкнутый цикл вокруг «Национальной платформы данных о рисках» (НПДР), связывающий стандарты, отчётность, аналитические предупреждения, обратную связь и независимую верификацию соответствия [1, 2].

2. Сравнительный анализ с ISO 31000:2018, COSO ERM 2017 и моделью трёх линий защиты (IIA, 2020) показывает, что НУРП—2037 ориентирована на управление рисками за пределами отдельных производственных предприятий и отраслей и прямо ставит задачу обеспечения сопоставимости данных о рисках в национальном масштабе.

3. Управленческая значимость платформы НПДР определяется сопоставимостью и доверенностью данных, что требует единой терминологии и формализованных процедур анализа риска технологических систем, закреплённых в нормативной базе управления рисками [13–15, 18].

4. Институт независимой верификации соответствия выступает структурным условием работоспособности модели НУРП—2037, без которого национальные агрегаты рисков не смогут служить надёжным основанием для обновления политик и стандартов [2, 6].

5. Внутренние риски модели НУРП—2037 связаны с фрагментацией цифровых контуров, имитацией отчётности, концентрацией чувствительных данных и уязвимостями IIoT и киберфизической инфраструктуры, что требует специальных механизмов их нейтрализации [5, 7, 8].

6. Разработана дорожная карта реализации модели НУРП—2037 с рекомендациями для производственных предприятий, отраслей и государства, что образует практическое измерение заявленной научной новизны исследования.

7. Концептуальная новизна модели состоит в формализации национального уровня управления рисками производственных предприятий как самостоятельного архитектурного объекта, в котором стандартизированная онтология, цифровая платформа и институт независимой верификации образуют единую трёхуровневую систему и задают условия сопоставимости данных между организациями и отраслями.

Представленная концептуальная модель НУРП—2037 нуждается в апробации. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются пилотные проекты в ключевых отраслях, разработка математических моделей агрегации данных о рисках с учётом отраслевых весов, изучение социальных эффектов внедрения и культуры принятия решений при взаимодействии человека и индустриальных агентных систем искусственного интеллекта, а также исследование механизмов международного взаимного признания профилей риска производственных предприятий.

Литература

1. Никаноров П.А. Управление рисками в менеджменте качества: учебник. — СПб.: Университет при МПА ЕврАзЭС, 2019. — 188 с.

2. Николаенко В.С. Безупречный риск-менеджмент: учеб. пособие. — Томск: Изд-во ТУСУРа, 2023. — 140 с.

3. Попов Е.В., Симонова В.Л., Зырянов А.С. Типология экосистем промышленных предприятий при цифровой трансформации // Вопросы управления. 2025. Т. 19. № 1. С. 5–24.

4. Aven T. Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation // European Journal of Operational Research. — 2016. — Vol. 253, No. 1. — P. 1–13.

5. Дорошенко М.В., Исупова О.А. Управление предпринимательскими рисками на основе процессного подхода // Теоретическая и прикладная экономика. 2017. № 4. С. 139–150.

6. Кочка В.А. Теоретические основы операционных рисков и принципы их регулирования // Вестник Ростовского гос. эконом. ун-та (РИНХ). 2014. № 4. С. 23–31.

7. Курганова Н.В., Филин М.А., Черняев Д.С., Шаклеин А.Г., Намиот Д.Е. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Т. 7. № 5. С. 105–115.

8. Мадиярбекова А. Кибербезопасность в устройствах IoT: уязвимости, риски и стратегии снижения рисков // Вестник науки. 2024. № 12(81). Т. 5. Ч. 1. С. 698–706.

9. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. — Geneva: International Organization for Standardization, 2018. — 16 p.

10. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. Enterprise Risk Management — Integrating with Strategy and Performance. — 2017.

11. The Institute of Internal Auditors. The IIA's Three Lines Model: An Update of the Three Lines of Defense. — Altamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors, 2020.

12. Родионов Д.Г., Дмитриев Н.Д., Дубаневич Л.Э. Построение эконометрической модели устойчивого развития промышленного предприятия // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 7–1. С. 61–71.

13. ГОСТ Р ИСО 31073—2024. Менеджмент риска. Словарь. — М.: Российский институт стандартизации, 2024. — 16 с.

14. ГОСТ Р ИСО 31000—2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. — М.: Стандартинформ, 2020. — 24 с.

15. ГОСТ Р 51901.1—2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. — 28 с.

16. Industry IoT Consortium. Industry Internet of Things Vocabulary: An Industry IoT Consortium Framework Publication. Version 3.00, 2022-03-22. [S. l.]: Industry IoT Consortium, 2022. 36 p.

17. ГОСТ Р 57272.1—2016. Менеджмент риска применения новых технологий. Ч. 1. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2016. — 24 с.

18. ГОСТ Р 51897—2021 (ISO Guide 73:2009). Менеджмент риска. Термины и определения. — М.: ФГБУ «РСТ», 2021. — 20 с.

Conceptual foundations of the «national industrial risk management — 2037» model (NIRM—2037)

Strizhkov V.A.
Samara State University of Economics

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article develops and conceptually substantiates the model «National Industrial Risk Management — 2037» (NIRM—2037) as a 3-level institutional and digital system for managing risks at industrial enterprises. The study aims to elaborate on the conceptual foundations and implementation roadmap of NPRM—2037, to justify its architectural core through comparison with leading international frameworks, and to formulate practical recommendations for its adoption. The methodology combines a 3-level decomposition of the model (ontological, architectural, and institutional) with a comparative analysis against ISO 31000:2018, COSO ERM 2017, and the Three Lines Model (IIA, 2020) across 6 criteria. The findings show that NIRM—2037 addresses a gap left by existing frameworks. Unlike models designed primarily for intra-enterprise use, NIRM—2037 is intended to operate across a broader domain involving enterprises, industries, and the state, thereby enabling the comparability of risk data through unified terminology and independent verification. The article proposes the architecture of a «National Risk Data Platform» (NRDP) consisting of 6 interconnected layers, identifies the model's internal risks together with measures for their mitigation, and outlines a 2-phase implementation roadmap covering 2027–2031 and 2032–2037. The study's scholarly contribution lies in formalizing the national level of risk management for industrial enterprises as an autonomous architectural object that integrates a risk ontology, a digital platform, and an institution of independent verification. The research forms part of the preparation of a dissertation on the topic «Development of risk management technologies for manufacturing enterprises» (the working title may be refined). The author's original contribution is claimed to consist of the NIRM—2037 methodology itself, as well as the calculations underlying its implementation roadmap, which are presented in greater detail in the dissertation research currently being prepared for publication.

Keywords: risk management, production risks, industrial enterprises, National Risk Data Platform, resilience, digital twins, industrial artificial intelligence, operational risks, independent compliance audit, cyber-physical systems, IoT, IIoT, standardization, key risk indicators, implementation roadmap, comparative analysis.

References

1. Nikanorov P.A. Risk Management in Quality Management: Textbook. Saint Petersburg: University at the IPA EurAsEC, 2019. 188 p.
2. Nikolaenko V.S. Impeccable Risk Management: Study Guide. Tomsk: TUSUR Publishing House, 2023. 140 p.
3. Popov E.V., Simonova V.L., Zyryanov, A.S. Typology of industrial enterprise ecosystems under digital transformation. Management Issues, 2025, Vol. 19, No. 1, pp. 5–24.
4. Aven T. Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation. European Journal of Operational Research, 2016, Vol. 253, No. 1, pp. 1–13.
5. Doroshenko M.V., Isupova O.A. Entrepreneurial risk management based on the process approach. Theoretical and Applied Economics, 2017, No. 4, pp. 139–150.
6. Kochka V.A. Theoretical foundations of operational risks and principles of their regulation. Bulletin of Rostov State University of Economics (RINH), 2014, No. 4, pp. 23–31.
7. Kurganova N.V., Filin M.A., Chernyaev D.S., Shaklein A.G., Namiot D.E. Implementation of digital twins as one of the key directions of production digitalization. International Journal of Open Information Technologies, 2019, Vol. 7, No. 5, pp. 105–115.
8. Madiyarbekova A. Cybersecurity in IoT devices: vulnerabilities, risks and risk mitigation strategies. Bulletin of Science, 2024, No. 12(81), Vol. 5, Part 1, pp. 698–706.
9. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. 16 p.
10. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. Enterprise Risk Management — Integrating with Strategy and Performance. 2017.
11. The Institute of Internal Auditors. The IIA's Three Lines Model: An Update of the Three Lines of Defense. — Altamonte Springs, FL: The Institute of Internal Auditors, 2020.
12. Rodionov D.G., Dmitriev N.D., Dubanevich L.E. Construction of an econometric model for the sustainable development of an industrial enterprise. Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law, 2021, No. 7–1, pp. 61–71.
13. GOST R ISO 31073—2024. Risk Management. Vocabulary. Moscow: Russian Institute for Standardization, 2024. 16 p.
14. GOST R ISO 31000—2019. Risk Management. Principles and Guidelines. Moscow: Standartinform, 2020. 24 p.
15. GOST R 51901.1—2002. Risk Management. Risk Analysis of Technological Systems. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 2002. 28 p.
16. Industry IoT Consortium. Industry Internet of Things Vocabulary: An Industry IoT Consortium Framework Publication. Version 3.00, 2022-03-22. [S. l.]: Industry IoT Consortium, 2022. 36 p.
17. GOST R 57272.1—2016. Risk Management for the Application of New Technologies. Part 1. General Requirements. Moscow: Standartinform, 2016. 24 p.
18. GOST R 51897—2021 (ISO Guide 73:2009). Risk Management. Terms and Definitions. Moscow: FSBI «RST», 2021. 20 p.

Гибридная модель оценки эффекта внедрения искусственного интеллекта на производительность предприятия: эконометрия, панельные данные и цифровой след организации

Субочева Мария Юрьевна
к.т.н., доцент, доцент кафедры «Химия и химические технологии», Тамбовский государственный технический университета, mariya_1711@mail.ru,

Игнатова Елена Ивановна
к.т.н., заведующий кафедрой «Компьютерная графика и информационное право», Санкт Петербургский государственный морской технический университет,

Митрофанова Яна Сергеевна
кандидат экономических наук, доцент, Тольяттинской государственный университет, yana_1979@list.ru,

Гончаров Вадим Игоревич
ведущий инженер-программист, Московский Открытый Институт, vadimgoncharov.dev@gmail.com

В статье предложена авторская модель оценки эффекта внедрения искусственного интеллекта на производительность предприятия, объединяющая панельные показатели фирмы, цифровой след организации работы и наблюдаемую интенсивность использования ИИ. Цель исследования состоит в переходе от упрощенной бинарной оценки «внедрен/не внедрен» к эконометрическому анализу организационного механизма, через который технология влияет на выработку, добавленную стоимость и процессную результативность. Методологическую основу составили анализ российской статистической базы, данных бухгалтерской отчетности, международной эмпирики последних лет и материалов, связанных с измерением цифрового следа. Обосновано, что в российской реальности краткосрочный эффект внедрения ИИ не является автоматически положительным: его величина зависит от зрелости данных, формализованности процесса, качества журналов событий и комплементарных инвестиций в обучение, программную среду и управленческие регламенты. Практический вывод состоит в том, что экономически значим не сам факт покупки ИИ–решения, а измеримая интенсивность его использования при снижении ручных операций, координационных трений и отклонений процесса.

Ключевые слова: искусственный интеллект, производительность предприятия, эконометрия, панельные данные, цифровой след, процессная аналитика, причинная идентификация, российская экономика.

Введение

Влияние искусственного интеллекта на производительность предприятия в последние годы стало одной из центральных тем прикладной экономики и управленческих исследований. Однако значительная часть дискуссии по–прежнему строится по инерции технологического оптимизма: если организация внедрила искусственный интеллект (ИИ), то рост эффективности будто бы должен последовать автоматически. Эмпирическая картина заметно сложнее. На уровне задач и отдельных операций технология действительно способна сокращать время обработки информации, повышать качество типовых решений и уменьшать трудоемкость рутинных действий, но на уровне предприятия агрегированный экономический результат проявляется с лагом, оказывается неоднородным по отраслям и нередко оказывается слабее ожидаемого [7–10].

Для российской экономики эта проблема имеет дополнительное измерение. С одной стороны, уже существуют официальные статистические формы, позволяющие фиксировать использование цифровых технологий и отдельные параметры деятельности организации [4; 5]. С другой стороны, именно организационный канал эффекта – изменение процесса, координации, ручных переходов, загрузки персонала и качества данных – в открытых массивах практически не наблюдается. В результате исследователь видит факт заявления о внедрении, но не видит механизма, через который технология могла бы влиять на производительность.

Поэтому задача статьи формулируется не как описание очередного примера цифровизации, а как построение инструментальной схемы оценки эффекта внедрения ИИ. В центре внимания находится вопрос: какие данные позволяют отличить номинальное наличие ИИ от реального изменения производственного контура, и как это изменение эконометрически связать с результативностью предприятия. Методологически такая постановка опирается на более ранние исследования, в которых интеллектуальная поддержка управления рассматривалась как системный, а не изолированный инструмент, а инфраструктурные и инвестиционные ограничения интерпретировались как часть механизма экономического результата [1–3].

Гипотеза исследования состоит в том, что эффект внедрения ИИ на производительность предприятия целесообразно оценивать через гибридную конструкцию, включающую три блока: панельные показатели фирмы, цифровой след организации работы и интенсивность использования ИИ. Именно взаимодействие этих блоков, а не сама по себе бинарная переменная практического использования, позволяет выявлять как положительный эффект, так и краткосрочный «налог внедрения», возникающий в фазе адаптации.

Обзор литературы и методология исследования

Современная международная литература показывает, что ИИ следует рассматривать как производственную технологию особого типа, сочетающую программное обеспечение, вычислительные мощности, данные, навыки и организационные комплементарности [7; 8]. Такая постановка методологически важна, поскольку она переводит исследование из плоскости абстрактного разговора о цифровизации в плоскость измерения конкретных условий, при которых технология дает или не дает экономический результат.

На уровне отдельных рабочих задач получены убедительные свидетельства положительного эффекта. В исследовании E. Brynjolfsson, D. Li и L. R. Raymond доступ к генеративному ИИ увеличивал производительность операторов службы поддержки приблизительно на 14–15 %, причем более сильный эффект наблюдался у менее опытных работников [9]. Но перенос этого вывода на уровень фирмы в целом не является автоматическим. Европейские данные фиксируют положительное, но умеренное влияние ИИ на производительность труда и подчеркивают, что его величина зависит от качества данных и сопутствующих инвестиций [10]. В то же время более широкие международные обзоры показывают, что быстрый рост распространенности ИИ еще не тождествен устойчивому росту производительности всех внедривших организаций [7; 8].

Для российской реальности данная неоднородность особенно существенна. Официальная статистика уже учитывает использование ИИ и цифровых технологий, а ресурс ГИР БО дает контур финансовых показателей на уровне предприятия [4; 5]. Однако эти источники практически

не раскрывают внутреннюю организацию работы предприятия. Следовательно, исследовательский дизайн должен быть гибридным: к панельным данным фирмы необходимо добавлять событийные журналы ERP, CRM, документооборота, корпоративных ИИ–ассистентов, календарей и иных систем, в которых остается измеримый цифровой след выполнения операций.

Методологическая база статьи включает следующие взаимосвязанные блоки. Во-первых, анализ российской статистической и учетной базы, применимой для построения панели на уровне предприятия. Во-вторых, интерпретацию международной причинной эмпирики о влиянии ИИ на производительность. В-третьих, логико-экономическое конструирование авторской панельно-структурной модели интенсивности ИИ (ПСИ–модели). В-четвертых, проектирование эконометрического контура, сочетающего фиксированные эффекты, событийный анализ момента внедрения, динамические панели и инструментальные переменные. Такой подход позволяет оценивать не только средний эффект, но и каналы, через которые он формируется.

Российская эмпирическая база и логика авторской модели

Российская эмпирическая база для подобного исследования неоднородна. Сильной стороной является наличие статистических форм, которые позволяют фиксировать характеристики выпуска, численности, выручки, затрат и цифровизации организации. В практическом плане особое значение имеют форма № 3–информ, формы по труду и деятельности предприятия, а также ресурс бухгалтерской отчетности ФНС [4; 5]. Эти источники дают основу для построения зависимых переменных и контролей, но не раскрывают организационный механизм эффекта.

Именно поэтому вторым обязательным контуром становится цифровой след организации работы. Под ним понимаются не содержательные тексты и не индивидуальное наблюдение за сотрудником, а агрегированные метаданные и журналы событий: длительность цикла, число ручных переходов, количество возвратов на доработку, плотность коммуникаций, доля активности вне рабочего времени, доля принятых и отклонённых рекомендаций при использовании ИИ. Такой подход позволяет анализировать процесс как экономическую систему и соответствует логике безопасной обработки данных, когда объектом исследования является организация работы, а не частная жизнь конкретного работника [6].

На рисунке 1 представлена ПСИ–модель, в которой блок П соответствует панели предприятия, блок С – цифровому следу организации работы, блок И – интенсивности использования ИИ.

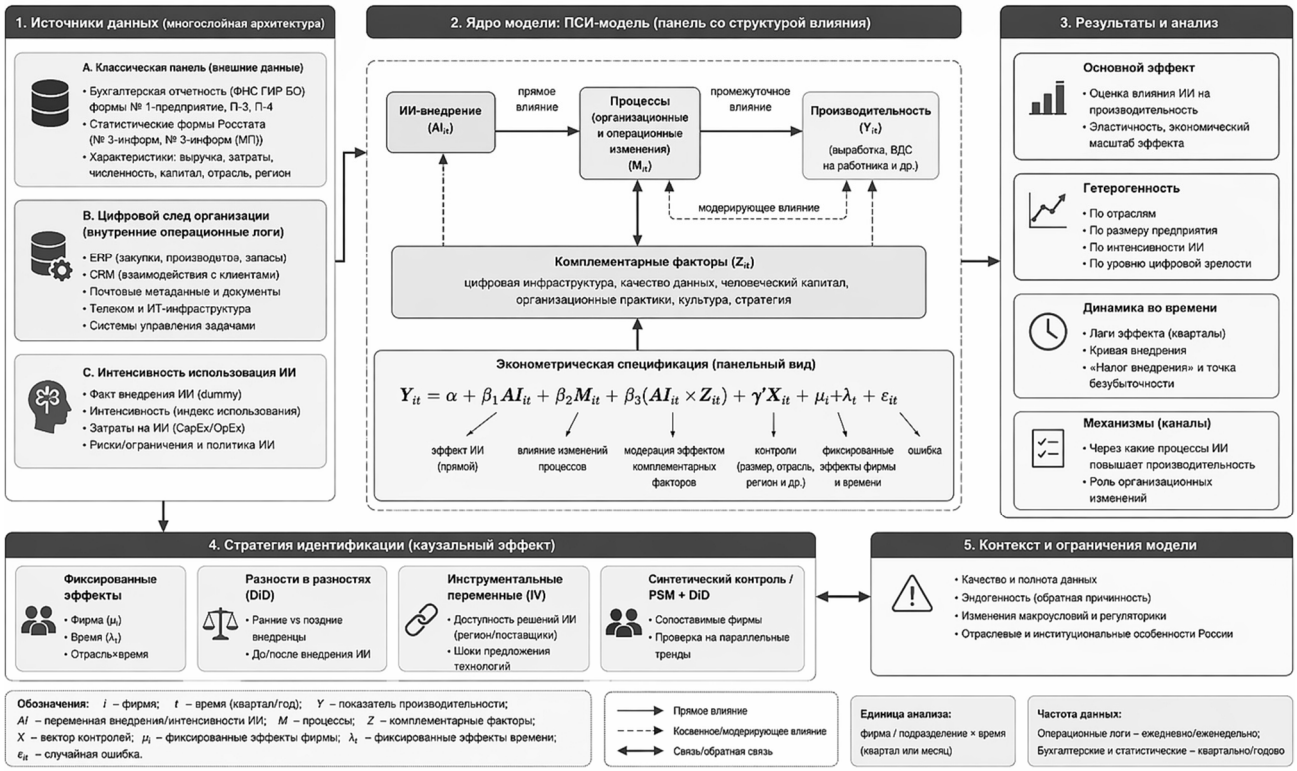


Рисунок 1 – Гибридная ПСИ–модель оценки эффекта внедрения ИИ на производительность предприятия
Источник: составлено автором.

Производительность предприятия рассматривается как функция не только самого ИИ, но и организационных изменений, которые можно извлечь из журналов событий. В этом состоит принципиальное отличие модели от упрощенной бинарной оценки: ПСИ–модель позволяет различать формальное внедрение технологии и фактическую трансформацию процесса (Таблица 1).

Таблица 1
Контуры авторской ПСИ–модели

Контур	Источник данных	Ключевые показатели	Экономический смысл
П	Панель предприятия	выручка/FTE, ВДС/FTE, EBITDA/FTE, активы, занятость, отрасль, регион	фиксирует экономический результат и контролируемые различия между фирмами
С	Цифровой след организации	длительность цикла, ручные переходы, процессные отклонения, операционная активность вне рабочего времени, коммуникационная нагрузка	показывает, как меняется реальный процесс и где возникают трения
И	Интенсивность использования ИИ	доля операций, выполняемых с использованием ИИ, активные пользователи, доля принятых или отклонённых рекомендаций ИИ	отделяет фактическое использование от формального заявления о внедрении

Источник: составлено автором.

Содержательное достоинство модели состоит в том, что она позволяет перейти от вопроса «внедрен ли ИИ?» к вопросу «каким образом изменился процесс и как это изменение отражается на производительности?» Если интенсивность использования ИИ высока, но цифровой след фиксирует рост ручных обходных действий, коммуникационной перегрузки и отклонений от нормативного маршрута, то экономический результат, вероятнее всего, будет слабым или отрицательным. Если же одновременно снижаются длительность цикла, число возвратов на доработку и доля ручных переходов, то вероятность положительного эффекта существенно возрастает.

В аналитическом виде базовая спецификация может быть представлена следующим образом:

$$\ln Prod_it = \alpha \ln Prod_i,t-1 + \beta 1 AInt_it + \beta 2 Fproc_it - \beta 3 Fcoord_it + \beta 4 Fqual_it + \beta 5 (AInt_it * Fproc_it) - \beta 6 (AInt_it * Fcoord_it) + AInt_it * Fqual_it) + \gamma X_it + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_it \quad (1)$$

Здесь lnProd_it обозначает показатель производительности, AInt_it – интенсивность использования ИИ, Fproc_it – фактор процессной дисциплины, Fcoord_it – фактор координационной перегрузки, Fqual_it – фактор качества использования ИИ, X_it – набор контролей, μ_i – фиксированные эффекты фирмы, λ_t – временные эффекты. Тем самым модель позволяет отделять прямой эффект ИИ от организационных условий, которые этот эффект усиливают или ослабляют.

Эконометрический контур оценки и интерпретация эффекта

Эмпирическая оценка ПСИ–модели должна строиться поэтапно. На первом шаге целесообразно оценивать панельные данные по предприятиям в поквартальном разрезе с фиксированными эффектами, что позволяет убрать неизменные различия между фирмами и общий временной фон. На втором шаге применяется событийный анализ момента внедрения, поскольку эффект ИИ, как правило, проявляется не в момент закупки решения, а после перенастройки процесса, обучения сотрудников и накопления практики использования. На третьем шаге используется динамическая панель, учитывающая инерционность производительности. На четвертом шаге в модель вводятся инструментальные переменные или инструмент, основанный на сочетании исходной отраслевой структуры и внешнего технологического сдвига, ослабляющая проблему самоотбора более сильных фирм в адаптации [8; 10].

С практической точки зрения ключевыми являются четыре гипотезы. Первая: интенсивность использования ИИ повышает производительность предприятия с лагом. Вторая: положительный эффект выражен сильнее в формализованных процессах с высоким объемом повторяющихся операций. Третья: коммуникационная перегрузка, избыточное число совещаний и высокая доля цифровой активности вне рабочего времени ослабляют положительное влияние ИИ. Четвертая: в первые периоды после внедрения возможен нулевой или отрицательный результат из–за затрат на адаптацию, исправление ошибок и организационную перенастройку.

Для российской выборки принципиально важны проверки устойчивости. Минимальный набор включает использование альтернативных мер производительности, ложные даты внедрения, отсечение первых периодов после внедрения, кластеризацию стандартных ошибок на уровне фирмы, ограничение влияния крайних значений переменных цифрового следа и тестирование наличия предварительных трендов. Дополнительно необходимо сравнивать результаты по отраслям, размеру предприятия и уровню зрелости управления данными, так как именно эти характеристики способны менять знак и величину коэффициента при переменной интенсивности ИИ [6; 8; 10].

В управленческом плане ПСИ–модель задает и практический алгоритм действий. Предприятие должно начинать не с масштабной декларации о тотальном внедрении ИИ, а с выбора 2–3 процессов, где есть понятный знаменатель эффекта: обработка заявок, документооборот, клиентский сервис, закупки, планирование. Затем требуется зафиксировать исходный уровень показателей до внедрения технологии, определить единицу наблюдения, настроить журнал событий и только после этого запускать поэтапное внедрение. В таком контуре организация получает не абстрактное представление о пользе технологии, а конкретную карту: где ИИ действительно повышает производительность, где лишь перераспределяет труд, а где создает скрытые издержки внедрения.

Заключение

Проведенное исследование подтверждает, что эффект внедрения искусственного интеллекта на производительность предприятия не следует оценивать через простую бинарную переменную наличия внедрения ИИ. Для российской реальности более корректной является гибридная ПСИ–модель, объединяющая панельные показатели фирмы, цифровой след организации работы и интенсивность использования ИИ. Именно такая конструкция позволяет переводить дискуссию о цифровой трансформации в плоскость измеряемых организационно-экономических механизмов.

Теоретическая значимость модели состоит в том, что она соединяет современные представления о комплементарности технологий, данных и организационной среды с задачами прикладной эконометрики предприятия. Прикладная значимость заключается в возможности встроить оценку эффекта ИИ в контур управленческого контроля и инвестиционных решений. Для предприятия критически важна не покупка ИИ как таковая, а способность зафиксировать изменения процесса, измерить интенсивность фактического использования технологии и связать эти изменения с результатом по выручке, добавленной стоимости и процессной эффективности.

Следовательно, дальнейшее развитие темы связано не с расширением деклараций о цифровизации, а с формированием реплицируемых измерительных схем, в которых безопасная работа с цифровым следом сочетается с динамической панельной эконометрикой и квазиэкспериментальной идентификацией. В этом случае ИИ становится объектом не маркетингового описания, а доказательного экономического анализа.

Литература

1. Прокопенко, Е. С. Моделирование системы интеллектуальной поддержки управления образовательным процессом / Е. С. Прокопенко, Б. В. Мартынов // Первый экономический журнал. – 2024. – № 9(351). – С. 159–167. – DOI 10.58551/20728115_2024_9_159. – EDN PDPZLV.
2. Прокопенко, Е. С. Направления инвестиционной политики предприятия в системе международного транспортного коридора (на примере Ростовской области) / Е. С. Прокопенко, Б. В. Мартынов // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2017. – № 8(87). – С. 36–39. – EDN ZCJBMP.
3. Andreeva, L. Y. Financial engineering of infrastructure projects: The concessional mechanism / L. Y. Andreeva, A. V. Fedorov, E. S. Prokopenko, R. A. Sichev // International Journal of Economics and Business Administration. – 2019. – Vol. 7, No. S1. – P. 61–73. – DOI 10.35808/ijeba/252. – EDN IBUDKS.
4. Росстат. Особенности заполнения формы № 3–информ за 2024 год [Электронный ресурс]. – URL: https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Памятка%20по%20заполнению%203–информ.pdf (дата обращения: 16.04.2026).
5. Федеральная налоговая служба. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности [Электронный ресурс]. – URL: https://www.nalog.gov.ru/rn77/bo/ (дата обращения: 16.04.2026).
6. Банк России. Доклад для общественных консультаций «Искусственный интеллект в финансовом секторе: обзор, регулирование, перспективы» [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/185193/Consultation_Paper_20112025.pdf (дата обращения: 16.04.2026).
7. Filippucci, F. The Impact of Artificial Intelligence on Productivity, Distribution and Growth: Key Mechanisms, Initial Evidence and Policy Challenges / F. Filippucci, P. Gal, M. Schief // OECD Artificial Intelligence Papers. – 2024. – No. 15. – DOI 10.1787/8d900037–en.
8. OECD/BCG/INSEAD. The Adoption of Artificial Intelligence in Firms: New Evidence for Policymaking. – Paris : OECD Publishing, 2025. – 196 p. – DOI 10.1787/f9ef33c3–en.
9. Brynjolfsson, E. Generative AI at Work / E. Brynjolfsson, D. Li, L. R. Raymond // The Quarterly Journal of Economics. – 2025. – Vol. 140, No. 2. – P. 889–942. – DOI 10.1093/qje/qjae044.
10. Aldasoro, I. AI Adoption, Productivity and Employment: Evidence from European Firms / I. Aldasoro, L. Gambacorta, P. R. Pal, R. Revoltella, C. Weiss, M. Wolski // Economics Working Papers. – 2026. – No. 2026–02. – European Investment Bank. – DOI 10.2867/1772538.

Hybrid Model for Assessing the Effect of Artificial Intelligence Implementation on Enterprise Productivity: Econometrics, Panel Data and the Organization's Digital Trace

Subocheva M.Yu., Ignatova E.I., Mitrofanova Ya.S., Goncharov V.I.

Tambov State Technical University, St. Petersburg State Maritime Technical University, Tolyatti State University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article proposes the author's model for assessing the productivity effect of artificial intelligence implementation at the enterprise level. The model combines firm–level panel indicators, the digital trace of work organization and observable AI–use intensity. The study moves beyond a binary adoption logic and examines the organizational mechanism through which AI affects output per worker, value added and process performance. The paper draws on Russian statistical sources, financial reporting data, recent international empirical studies and materials related to process analytics and digital trace measurement. It is shown that in the Russian context the short–run effect of AI should not be assumed automatically positive: it depends on data maturity, process formalization, event–log quality and complementary investments in software, training and management routines. The practical conclusion is that the economically relevant variable is not the fact of acquiring an AI solution but the measurable intensity of its use in combination with lower manual handling, weaker coordination frictions and fewer process deviations.

Keywords: artificial intelligence, enterprise productivity, econometrics, panel data, digital trace, process analytics, causal identification, Russian economy.

References

1. Prokopenko E. S., Martynov B. V. Modelirovanie sistemy intellektual'noi podderzhki upravleniya obrazovatel'nym protsessom. Pervyi ekonomicheskii zhurnal. 2024;9(351):159–167. DOI 10.58551/20728115_2024_9_159. EDN PDPZLV.
2. Prokopenko E. S., Martynov B. V. Napravleniya investitsionnoi politiki predpriyatiya v sisteme mezhdunarodnogo transportnogo koridora (na primere Rostovskoi oblasti). Nauka i obrazovanie: khozyaistvo i ekonomika; predprinimatel'stvo; pravo i upravlenie. 2017;8(87):36–39. EDN ZCJBMP.
3. Andreeva L. Y., Fedorov A. V., Prokopenko E. S., Sichev R. A. Financial engineering of infrastructure projects: The concessional mechanism. International Journal of Economics and Business Administration. 2019;7(S1):61–73. DOI 10.35808/ijeba/252.
4. Rosstat. Osobennosti zapolneniya formy No. 3–inform za 2024 god. Available at: https://14.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Памятка%20по%20заполнению%203–информ.pdf (accessed 16.04.2026).
5. Federal Tax Service. State information resource of accounting (financial) statements. Available at: https://www.nalog.gov.ru/rn77/bo/ (accessed 16.04.2026).

Риски и препятствия, связанные с организационным механизмом внедрения проектного подхода обеспечения деятельности государственных предприятий

Половова Татьяна Александровна
доктор экономических наук, профессор кафедры, Московский городской университет управления Правительства Москвы имени Ю.М. Лужкова, t.a.polovova@gmail.com,

Федосеев Иван Владимирович
аспирант, Московский городской университет управления Правительства Москвы имени Ю.М. Лужкова, Ivanfess7@gmail.com

В статье рассматриваются возможные риски и трудности внедрения организационного механизма на государственных предприятиях. Особое внимание уделяется потенциальным рискам и сопротивлению внедрению. Цель статьи — показать целесообразность внедрения метода управления проектами в государственном секторе. Описываются риски внедрения и способы их минимизации.

Ключевые слова: Метод управления проектами, государственное управление, проектная деятельность, организационный механизм, риски, управление изменениями.

Существуют классические модели управления, с своими инструментами, методами и процессами, однако в современных реалиях стоит обратить внимание именно на проектное управление. На государственных предприятиях сформировались свои правила управления, свои механизмы обеспечения деятельности и стандарты выполнения проектов. Чтобы сделать акцент именно на инструментах проектного управления, необходимо рассмотреть механизм внедрения нововведений на предприятиях. Под нововведениями мы подразумеваем проектные команды, проектный офис, использование современных технологий ИИ и интеграция технических программ в деятельность предприятий. Также выделим создание специальных подразделений, которые будут курировать все проекты и сопровождать всю деятельность проектных команд. Внедрение таких инструментов потребует определенных действий, так как модель управления государственными предприятиями крайне инертна и бюрократизирована в силу влияние государственных ограничений. Изменение законов Российской Федерации не представляется возможным, поэтому необходимо действовать в рамках внутреннего устройства и организации деятельности предприятия, не выходя за пределы его компетенции и не допуская правового вмешательства на федеральном уровне.

Соответственно организационный механизм должен затрагивать только внутренние управленческие процессы предприятия, учитывая специфику производства и деятельности. Наш механизм должен соблюдать все внешние и внутренние постановления и регулирующие документы, а также быть применимым к любому государственному предприятию. Мы предлагаем многоуровневый организационно-управленческий механизм внедрения, состоящий из фаз, ключевых элементов и конкретных действий.

Методологические основы организационного механизма.

Разработка организационного механизма внедрения проектного подхода на предприятиях с государственным участием требует опоры на три взаимосвязанных методологических блока, учитывающих специфику объекта управления.

Госпредприятие как сложная социальная система: внедрение проектного подхода как проект организационных изменений. Государственное предприятие представляет собой сложную социально-экономическую систему, характеризующуюся высокой степенью формализации, иерархичностью, множественностью стейкхолдеров и жёсткой регламентацией деятельности. Внедрение проектного подхода в таких условиях не может рассматриваться как сугубо техническая задача по разработке локальных нормативных актов. Это, прежде всего, проект организационных изменений, затрагивающий сложившиеся структуры власти, распределение ресурсов, статус подразделений, мотивацию и модели поведения сотрудников.

Как справедливо отмечается в теории управления, организация стремится к сохранению стабильного состояния, и любые изменения встречают естественное сопротивление. Игнорирование этого факта приводит к формальному внедрению проектной методологии, когда документы разработаны, а реальная деятельность продолжается по старым функциональным принципам. Поэтому в основе организационного механизма должно лежать понимание того, что мы управляем не просто процессом разработки регламентов, а переходом системы из одного качественного состояния в другое.

Принципы управления изменениями: модель Левина, учет сопротивлений и формирование корпоративной культуры. Для управления переходом госпредприятия к проектно-ориентированной модели целесообразно использовать классическую трёхэтапную модель Курта Левина, адаптированную к условиям государственного сектора [8].

Этап 1. Размораживание. На данном этапе ключевой задачей является создание осознания необходимости изменений у руководства и ключевых сотрудников. В условиях госпредприятия это требует:

- Проведения диагностики текущего состояния: выявление «узких мест» функционального управления (длительные сроки согласования, низкая исполнительская дисциплина, размывание ответственности).
- Анализа поля сил: идентификация движущих сил (требования вышестоящих органов, необходимость повышения эффективности, внешние вызовы) и сил сопротивления (консерватизм, страх потери статуса, непонимание).

- Коммуникации видения: руководство должно чётко и последовательно транслировать, зачем нужны изменения и что будет, если их не проводить. На этом этапе важно признать прошлые заслуги сотрудников, но показать, что старые методы работы больше не отвечают требованиям времени.

Этап 2. Движение – реализация изменений. Этап практического внедрения проектных механизмов. Ключевые принципы:

- Участие и вовлечение. Сотрудники должны стать соавторами изменений. Создание рабочих групп из ключевых специалистов для разработки регламентов, отбора пилотных проектов.
- Управление сопротивлением. Причины сопротивления на госпредприятиях типичны: узкособственнический интерес (боязнь потерять влияние), непонимание (слабая информированность), низкая терпимость к изменениям (страх не справиться с новыми задачами) [7]. Методы преодоления варьируются от обучения и поддержки до переговоров и, в крайних случаях, административного принуждения.
- Пилотные проекты. Нельзя внедрять проектный подход сразу во всей организации. Необходимо выбрать 1-2 пилотных проекта, на которых будут отработаны новые процедуры, выявлены проблемы и продемонстрированы первые успехи. Пропаганда первых успехов критически важна для создания позитивного настроя.

Этап 3. Замораживание - институционализация нового. На этом этапе новые практики должны стать «нормой жизни». Для госпредприятия это означает:

- Формализацию новых правил в локальных нормативных актах (Положение о проектном управлении, регламенты, должностные инструкции).
- Изменение системы мотивации: KPI руководителей и сотрудников должны учитывать не только функциональные, но и проектные результаты.
- Закрепление новых культурных норм: формирование "проектной культуры", где ценятся инициатива, ответственность за результат, командное взаимодействие. Это наиболее сложная задача, требующая времени и последовательности.

Необходимо учитывать возможные риски, связанные с организационным механизмом, которые могут проявляться при разработке и внедрении. Выделим следующие группы рисков:

- ресурсные риски;
- мотивационные риски;
- риски сопротивления изменениям;
- организационно-нормативные риски.

Ресурсные риски связаны с недостатком или несоответствию ресурсов, необходимых для обеспечения деятельности предприятия. Сюда входят: кадровый дефицит (отсутствие сотрудников с необходимыми компетенциями в области проектного управления), недостаток финансовых средств (отсутствие или ограниченность бюджета на создание проектного офиса, закупку ПО, обучение), временные ограничения (нехватка времени у ключевых сотрудников для участия в проектной деятельности) и инфраструктурные ограничения (Отсутствие или несовместимость информационных систем, необходимых для поддержки проектного управления). Анализ и оценка данных рисков отражены в работах Тюриной Ю. Г. [5] и Николаенко В. С. [2].

Мотивационные риски проявляются в отсутствии у сотрудников заинтересованности в изменениях, направленных на обеспечение деятельности. В первую очередь современная система мотивации сотрудников может не учитывать проектные достижения, вклад сотрудника в реализацию проекта. Выражается это как в недостаточных денежных выплат, так и отсутствии признания со стороны руководства. Также могут возникнуть конфликты интересов, где руководство не захочет отдавать своих сотрудников в проектные команды, так как им самим нужны ценные кадры. Вопросы оценки результативности использования бюджетных средств, включая аспекты мотивации персонала к достижению целевых показателей в рамках деятельности государственных предприятий рассматриваются в научном докладе НИФИ Минфина России [1] и в работах Павлюка А.В. [3] и Трухина Н.В. [4].

Риски сопротивления изменениям. Мы рассмотрели трёхэтапную модель Курта Левина, направленную на минимизирование и устранения возникающих рисков. Выделим следующие риски: консерватизм персонала (приверженность сложившимся методам работы, нежелание осваивать новое), сопротивление руководителей (руководители функциональных подразделений видят в проектах угрозу своему влиянию), страх ответственности (страх принимать решения в условиях неопределенности, перекладывание ответственности) и скептицизм к нововведениям.

Организационно-нормативные риски выражаются в особенности государственного предприятия, как организационно-правовой формы юридического лица. Важно учитывать, как внутренние регламенты, уже устоявшиеся на предприятии, так и непосредственно законодательство Российской Федерации. Также в своим механизме мы стараемся отойти от излишней бюрократизации обеспечения деятельности предприятия, но некоторые виды деятельности могут быть излишне формализованы, что будет противоречить принципу гибкости. Здесь стоит отметить фундаментальную коллективную монографию Эскиндарова М. А. [6], посвященную методологическим подходам к понятию «правовой риск» и анализу правовых рисков в различных сферах государственного управления. В данной работе рассматриваются риски, возникающие при несоответствии внутренних регламентов требованиям федерального законодательства, риски изменения законодательства, а также риски, связанные с правоприменительной практикой.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что внедрение проектного подхода на государственных предприятиях сопряжено с комплексом специфических рисков, обусловленных инерционностью бюрократических систем, жёсткой регламентацией деятельности и естественным сопротивлением персонала изменениям. Выделенные в статье группы рисков, а именно ресурсные, мотивационные, риски сопротивления изменениям и организационно-нормативные требуют не фрагментарных, а системных мер управления, интегрированных в организационный механизм внедрения.

Таким образом, предложенный многоуровневый организационно-управленческий механизм, основанный на управлении изменениями и учёте выявленных рисков, может стать практическим инструментом повышения эффективности деятельности государственных предприятий. Его внедрение позволит сочетать требования государственной регламентации с гибкостью и результативностью проектного управления, что в конечном счёте будет способствовать более рациональному использованию бюджетных средств, росту исполнительской дисциплины и достижению стратегических целей развития.

Литература

1. НИФИ Минфина России. Предложения по подходам к планированию и проведению аудиторского мероприятия в целях оценки результативности и экономности использования бюджетных средств в организациях бюджетной сферы: научный доклад. – Москва, 2024. – 52 с.;
2. Николаенко В.С. Безупречный риск-менеджмент в системе государственного и муниципального управления Российской Федерации: учебное пособие / В. С. Николаенко. – Томск: ТУСУР, 2025. – 200 с.;
3. Павлюк А.В. Риск-ориентированный подход при управлении корпорациями с государственным участием / А. В. Павлюк // Управление рисками: новые вызовы, проблемы и решения (РИСК'Э–2024): труды научно-практической конференции. – СПб.: Политех-Пресс, 2025. – С. 112–118.;
4. Трухина Н.В. Риск-ориентированный внутренний финансовый аудит при трансформации государственного сектора / Н. В. Трухина // Петербургский экономический журнал. – 2021. – № 4. – С. 129-136.;
5. Тюрина Ю.Г. Оценка последствий влияния негативных факторов и тенденций на систему риск-ориентированного управления финансами государственного сектора / Ю. Г. Тюрина, К. Е. Каримова // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2025. – № 2. – С. 45-53.;
6. Эскиндаров М.А. Правовые риски в системе публичного управления: монография / под ред. М.А. Эскиндарова. – Москва: Финансовый университет, 2026. – 312 с.;
7. Kotter, J. P. Choosing Strategies for Cnange / J. P. Kotter, C. A. Schlesinger // Harvard Business Review. 1979. Vol. 57. № 2. P. 106-114.;
8. Leavitt H.J. Applied organization and readings. Changes inindustry: structural, technical and human approach // New Perspectives in Organization Research. 1962. Vol. 23. P. 55-71.

Possible risks associated with the organizational mechanism for implementing the project approach to ensuring the activities of state-owned enterprises

Polovova T.A., Fedoseev I.V.

Moscow Metropolitan Governance Yury Luzhkov University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article examines possible risks and difficulties in implementing an organizational mechanism at state-owned enterprises. Emphasis is placed on potential risks and resistance to implementation. The article aims to highlight the feasibility of introducing the project management method in the public sector. It describes implementation risks and ways to minimize them.

Keywords: Project method, public administration, project activity, organizational mechanism, risks, change management.

References

1. Financial Research Institute of the Ministry of Finance of the Russian Federation. Proposals on Approaches to Planning and Conducting an Audit Engagement for Assessing the Effectiveness and Economy of Budgetary Funds Use in Public Sector Organizations: Scientific Report. Moscow, 2024. 52 p.
2. Nikolaenko, V.S. Flawless Risk Management in the System of State and Municipal Administration of the Russian Federation: Textbook. Tomsk: TUSUR University Press, 2025. 200 p.

Роботизация процессов (RPA) и внедрение искусственного интеллекта в моделирование бизнес-процессов: кейсы и эффекты

Фролов Сергей Александрович
аспирант, Университет «Синергия», fr.s.a@yandex.ru

В статье рассматриваются современные подходы к роботизации бизнес-процессов (RPA) и интеграции искусственного интеллекта (ИИ) в моделирование и оптимизацию бизнес-процессов. Анализируются ключевые тренды российского рынка RPA, особенности внедрения интеллектуальных решений в различных отраслях, а также приводятся практические кейсы автоматизации в финансовой, юридической и логистической сферах. Особое внимание уделяется экономическим и организационным эффектам, возникающим при переходе к комплексной интеллектуальной автоматизации, а также проблемам, связанным с выбором процессов, обеспечением информационной безопасности и дефицитом квалифицированных кадров. Обобщаются основные эффекты от внедрения RPA и ИИ: повышение эффективности, снижение издержек, минимизация ошибок и усиление конкурентных преимуществ компаний.

Ключевые слова: роботизация процессов, RPA, искусственный интеллект, моделирование бизнес-процессов, кейсы автоматизации, эффекты внедрения, цифровая трансформация, гиперавтоматизация, интеллектуальная обработка документов, экономический эффект, информационная безопасность, российский рынок RPA.

В условиях стремительной цифровой трансформации и возрастающей конкуренции на российском рынке компании всё активнее внедряют технологии роботизации процессов (Robotic Process Automation, RPA) и искусственного интеллекта (ИИ) для повышения эффективности управления бизнес-процессами. RPA позволяет автоматизировать рутинные, повторяющиеся операции, а интеграция с ИИ открывает новые возможности для моделирования, анализа и оптимизации сложных процессов, включая работу с неструктурированными данными и принятие решений на основе машинного обучения. Актуальность темы обусловлена не только технологическим прогрессом, но и необходимостью импортозамещения, а также поиском новых источников конкурентных преимуществ в условиях экономической нестабильности. В статье рассматриваются современные тенденции, анализируются практические кейсы внедрения RPA и ИИ в различных отраслях, а также оцениваются эффекты от цифровой трансформации бизнес-процессов.

В последние годы технологии роботизации процессов (Robotic Process Automation, RPA) и искусственного интеллекта (ИИ) становятся ключевыми драйверами цифровой трансформации бизнеса. Их интеграция позволяет не только автоматизировать рутинные операции, но и существенно повысить качество моделирования, анализа и оптимизации бизнес-процессов. В статье рассматриваются современные тенденции, практические кейсы и эффекты от внедрения RPA и ИИ в моделирование бизнес-процессов, а также особенности российского рынка.

RPA — это технология автоматизации, основанная на использовании программных роботов, которые имитируют действия человека в цифровых системах. В отличие от классических систем автоматизации, RPA взаимодействует с пользовательским интерфейсом, что позволяет быстро внедрять решения без глубокой перестройки IT-инфраструктуры. При интеграции с ИИ (машинное обучение, обработка естественного языка, компьютерное зрение) роботы приобретают способность к анализу неструктурированных данных, самообучению и принятию решений на основе сложных сценариев.

Российский рынок RPA демонстрирует активный рост, обусловленный потребностью в повышении операционной эффективности и импортозамещении. Основные драйверы — цифровизация госсектора, банков, ритейла и логистики. Ключевые вызовы: дефицит специалистов, необходимость выбора процессов для автоматизации и вопросы информационной безопасности. Прогнозируется дальнейший рост рынка и переход от пилотных проектов к масштабированию решений на уровне всей организации.

Кейсы внедрения RPA и ИИ в моделирование бизнес-процессов.

Финансы и бухгалтерия. Пример: Внедрение связки RPA + ИИ для сверки взаиморасчетов и обработки бухгалтерских документов позволило сократить время на закрытие периодов в 10 раз и снизить количество ошибок до минимума. Роботы автоматически собирают данные из 1С, сверяют акты, выявляют расхождения и формируют отчёты.

Юридическая деятельность. Пример: Автоматизация обработки судебных документов с помощью ИИ-агентов позволила ускорить анализ договоров и судебных определений на 80%, минимизировать риски штрафов и повысить скорость реагирования на запросы.

Логистика и документооборот. Пример: Использование RPA для автоматизации обработки входящих документов (счета, накладные) с интеграцией OCR и ИИ для распознавания и классификации документов обеспечило прозрачность и скорость обработки, исключив человеческий фактор.

Эффекты от внедрения RPA и ИИ.

1. Экономический эффект: Снижение операционных издержек, ускорение бизнес-циклов, высвобождение сотрудников для выполнения более творческих задач.
2. Качество процессов: Минимизация ошибок, повышение прозрачности и управляемости бизнес-процессов.
3. Гибкость: Возможность быстрой адаптации к изменениям внешней среды и внутренним требованиям.
4. Конкурентоспособность: Компании, внедрившие RPA + ИИ, получают значительное преимущество за счёт скорости и качества обслуживания клиентов.

Проблемы и ограничения:

1. Роботизация неэффективных процессов: Без предварительного анализа возможна автоматизация неоптимальных операций.

2. Дефицит кадров: Нехватка специалистов по внедрению и поддержке RPA-решений.

3. Безопасность: Риски утечки данных при интеграции с внешними сервисами.

4. Регуляторные ограничения: Необходимость соблюдения требований законодательства в области ИИ и обработки персональных данных.

Проведённый анализ показывает, что роботизация процессов и внедрение искусственного интеллекта становятся неотъемлемой частью современной модели управления бизнесом. Практические кейсы демонстрируют значительный экономический и организационный эффект: снижение издержек, ускорение бизнес-циклов, повышение прозрачности и качества принимаемых решений. Вместе с тем успешная интеграция RPA и ИИ требует комплексного подхода, включающего предварительный анализ процессов, обеспечение информационной безопасности и развитие компетенций персонала. В перспективе переход к гиперавтоматизации и интеллектуальному моделированию бизнес-процессов позволит российским компаниям не только повысить свою конкурентоспособность, но и сформировать новые стандарты эффективности в цифровой экономике.

Внедрение RPA и искусственного интеллекта в моделирование бизнес-процессов становится стратегическим инструментом повышения эффективности российских компаний. Практические кейсы демонстрируют значительный экономический и организационный эффект, однако требуют комплексного подхода к выбору процессов, обеспечению безопасности и развитию компетенций персонала

Литература

1. 18 ключевых трендов автоматизации бизнес-процессов в 2026 году. — URL: https://troffcons.ru/blog/18_keyBPMA2025_2026.
2. Что такое Robotic Process Automation (RPA) в бизнесе? — URL: https://rpa.ips-dev.com/post/.
3. Robotic process automation (далее RPA) — технология автоматизации бизнес-процессов, основанная на программном обеспечении роботов (ботов) и/или работников искусственного интеллекта. — URL: https://prorobotov.org/blog/stati/robotic-process-automation-dalee-rpa-tekhnologiya-avtomatizatsii-biznes-protsessov-osnovannaya/.
4. RPA (Robotic process automation) — технология автоматизации бизнес-процессов, основанная на метафорическом программном обеспечении роботов (ботов) или работников искусственного интеллекта. — URL: https://slggp.com/rpa.
5. RPA (Роботизированная автоматизация процессов): преимущества, использование в бизнесе и часто задаваемые вопросы. — URL: https://spnmedia.ru/rpa-robotizirovannaja-avtomatizacija-processov-preimushhestva-ispolzovanie-v-biznese-i-chasto-zadavaemye-voprosy/.
6. PIX Robotics. ИИ + RPA в 2026: Автоматизация бизнес-процессов. — URL: https://pix.ru/events/vebinary/ii-rpa-v-2026/.
7. CNews. Роботизация бизнес-процессов 2026: конференция и аналитика рынка. — URL: https://www.cnconf.ru/events/robotizaciya_biznes_processov_2026.shtml.
8. Национальная Академия Роботизации и Процессной Автоматизации. RPA и искусственный интеллект. — URL: https://narpa.ru/services/napravleniya-ii/rpa-robotic-process-automation/.
9. Обзор современных платформ RPA и их интеграция с ИИ в России, 2025 / Под ред. А.В. Ковалева. — М.: Техносфера, 2025.
10. Цифровая трансформация и гиперавтоматизация: опыт российских компаний, 2026 / Сб. статей / Под ред. Е.В. Смирновой. — СПб.: Питер, 2026.

Process robotics (RPA) and the introduction of artificial intelligence into business process modeling: cases and effects

Frolov S.A.

Synergy University, Moscow

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article discusses modern approaches to business process robotics (RPA) and the integration of artificial intelligence (AI) into business process modeling and optimization. The key trends of the Russian RPA market are analyzed, the specifics of the implementation of intelligent solutions in various industries, and practical automation cases in the financial, legal, and logistics fields are presented. Special attention is paid to the economic and organizational effects that arise during the transition to integrated intelligent automation, as well as problems related to the choice of processes, ensuring information security and a shortage of qualified personnel. The main effects of the introduction of RPA and AI are summarized: increased efficiency, reduced costs, minimized errors and enhanced competitive advantages of companies.

Keywords: process robotization, RPA, artificial intelligence, business process modeling, automation cases, implementation effects, digital transformation, hyperautomatization, intelligent document processing, economic effect, information security, Russian RPA market.

References

1. 18 key trends in business process automation in 2026. — URL: https://troffcons.ru/blog/18_keyBPMA2025_2026.
2. What is Robotic Process Automation (RPA) in business? — URL: https://rpa.ips-dev.com/post/.
3. Robotic process automation (hereinafter referred to as RPA) is a business process automation technology based on the software of robots (bots) and/or artificial intelligence workers. — URL: https://prorobotov.org/blog/stati/robotic-process-automation-dalee-rpa-tekhnologiya-avtomatizatsii-biznes-protsessov-osnovannaya/.
4. RPA (Robotic process automation) is a business process automation technology based on the metaphorical software of robots (bots) or artificial intelligence workers. — URL: https://slggp.com/rpa.
5. RPA (Robotic Process Automation): Advantages, business use, and frequently asked questions. — URL: https://spnmedia.ru/rpa-robotizirovannaja-avtomatizacija-processov-preimushhestva-ispolzovanie-v-biznese-i-chasto-zadavaemye-voprosy/.
6. PIX Robotics. AI + RPA in 2026: Automation of business processes. — URL: https://pix.ru/events/vebinary/ii-rpa-v-2026/. 7. CNews. Business Process Robotics 2026: conference and market analytics. — URL: https://www.cnconf.ru/events/robotizaciya_biznes_processov_2026.shtml.
8. National Academy of Robotics and Process Automation. RPA and artificial intelligence. — URL: https://narpa.ru/services/napravleniya-ii/rpa-robotic-process-automation /.
9. Review of modern RPA platforms and their integration with AI in Russia, 2025 / Edited by A.V. Kovalev. Moscow: Technosphere, 2025.
10. Digital transformation and hyperautomatization: the experience of Russian companies, 2026 / Collection of articles / Edited by E.V. Smirnova. — St. Petersburg: Peter, 2026.

Исследование новой парадигмы китайско-российского сотрудничества: изучение модели PPP для транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке в рамках «Пояса и пути»

Цзя Икунь
студент, Дальневосточный федеральный университет, tczya.ik@students.dvfu.ru

В статье исследуется новая парадигма китайско-российского экономического сотрудничества в сфере транспортной логистики на основе применения модели государственно-частного партнёрства (Public-Private Partnership, PPP) при создании транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке России в рамках инициативы «Пояс и путь». Рассматриваются теоретические основы и практические формы реализации PPP в инфраструктурных проектах, анализируется международный опыт развития транспортно-логистических хабов и мультимодальных терминалов. Особое внимание уделяется роли Дальнего Востока России как ключевого транзитного региона, обладающего значительным потенциалом интеграции в евразийские транспортные и логистические коридоры.

В рамках исследования проведён анализ текущих китайско-российских транспортно-логистических проектов, выявлены основные финансовые, правовые и организационные барьеры сотрудничества, а также оценены риски реализации PPP-проектов. Обоснована целесообразность применения комбинированной модели PPP, сочетающей элементы концессии и совместного предприятия, с точки зрения инвестиционной привлекательности, распределения рисков и долгосрочной устойчивости проекта. Сделан вывод о значительном экономическом, социальном и экологическом эффекте создания транспортно-логистического хаба, а также сформулированы практические рекомендации для государственных органов и частных инвесторов.

Ключевые слова: государственно-частное партнёрство, PPP, транспортно-логистический хаб, Дальний Восток России, китайско-российское сотрудничество, инициатива «Пояс и путь», мультимодальная логистика, инфраструктурные проекты, международные транспортные коридоры.

Public-Private Partnership (PPP) является современным инструментом реализации инфраструктурных проектов, при котором государство и частный сектор совместно несут ответственность за финансирование, строительство и эксплуатацию объектов. В транспортной и логистической сфере PPP позволяет эффективно привлекать частные инвестиции, снижать нагрузку на государственный бюджет и повышать качество услуг за счёт внедрения современных технологий управления и контроля.

На практике PPP реализуется через несколько основных моделей, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и риски. Наиболее распространённой является концессия, предполагающая передачу частной компании права на управление объектом на определённый срок с возможностью извлечения дохода. Часто эта модель применяется в портах и железнодорожных терминалах, где частный инвестор обеспечивает модернизацию инфраструктуры и эксплуатацию. Совместные предприятия (Joint Venture) создаются совместно государством и частным партнером, что позволяет объединить ресурсы и опыт обеих сторон. Эта схема широко используется для строительства логистических центров и мультимодальных терминалов. Наконец, государственно-частные инвестиционные схемы предполагают, что частный партнер финансирует проект, а государство гарантирует возврат инвестиций через долгосрочные контракты, что снижает инвестиционные риски и стимулирует привлечение капитала.

Таблица 1
Основные модели государственно-частного партнёрства в транспортно-логистической сфере

Вид PPP	Краткая характеристика	Примеры применения в транспортной логистике
Концессия	Передача частному партнеру права на управление объектом на определенный срок с возможностью извлечения дохода	Порты Владивостока (Россия), железнодорожные терминалы Китая
Совместное предприятие (Joint Venture)	Государство и частная компания создают совместную организацию для реализации проекта	Китайско-российский логистический центр «Харбин–Находка»
Государственно-частные инвестиционные схемы	Частный партнер финансирует строительство, государство гарантирует возврат инвестиций через долгосрочные контракты	Мультимодальные терминалы в портах Китая, транспортные коридоры BRI

Современные концепции развития транспортно-логистических хабов основаны на идеях сетевой экономики и мультимодальной логистики. Основной принцип заключается в том, что интеграция различных видов транспорта — железнодорожного, морского и автомобильного — позволяет снизить транспортные издержки, повысить скорость перевозок и увеличить пропускную способность хабов.

Мультимодальные терминалы играют ключевую роль в таких сетях, поскольку обеспечивают консолидацию грузов, эффективное управление потоками и сокращение времени перевалки. Наиболее успешные примеры можно наблюдать в международной практике: порты Шанхая, Гамбурга и Сингапура демонстрируют высокую эффективность благодаря объединению морского и железнодорожного транспорта, автоматизированным системам управления грузопотоками и применению IT-решений для контроля логистики.

Таблица 2
Крупнейшие международные транспортно-логистические хабы и их основные показатели

Страна	**Пример хаба**	**Основные виды транспорта**	**Годовой объём обработки грузов**
Китай	Порт Шанхай	Морской, железнодорожный, автомобильный	43 млн TEU
Германия	Порт Гамбург	Морской, железнодорожный	9 млн TEU
Сингапур	PSA Singapore	Морской, автомобильный, логистические платформы	37 млн TEU

Принципы устойчивой логистики, применяемые при развитии хабов, включают минимизацию углеродного следа, оптимизацию энергопотребления и рациональное использование ресурсов, что особенно важно для транспортных коридоров с высокой интенсивностью грузопотоков.

Инициатива «Пояс и путь» (BRI) направлена на интеграцию инфраструктуры и логистики между Азией, Европой и Африкой. Основные цели BRI включают развитие транспортной инфраструктуры, стимулирование торговли и углубление экономической интеграции регионов. В рамках BRI формируются ключевые транспортные коридоры: Экономический пояс Шёлкового пути, включающий сухопутные маршруты через Центральную Азию, и Морской Шёлковый путь XXI века, ориентированный на развитие портовой сети в Юго-Восточной Азии и Европе. В последние годы особое внимание уделяется северным маршрутам через российские порты Дальнего Востока, что открывает новые возможности для транзита грузов из Китая в Европу.

Таблица 3
Ключевые транспортно-логистические коридоры инициативы «Пояс и путь» и объёмы инвестиций

Коридор	Основные направления	Ключевые порты/узлы	Объём инвестиций
Экономический пояс Шёлкового пути	Китай – Центральная Азия – Европа	Ляньюньган, Алма-Ата, Варшава	500 млрд USD
Морской Шёлковый путь XXI века	Китай – Юго-Восточная Азия – Европа	Шанхай, Сингапур, Греция	300 млрд USD
Северный морской маршрут	Китай – Россия – Европа	Владивосток, Находка, Санкт-Петербург	200 млрд USD

Дальний Восток России обладает уникальными географическими преимуществами: непосредственная близость к крупнейшим экономическим центрам Китая, Японии и Кореи, а также выход к Тихому океану делают регион перспективным для создания мультимодальных логистических хабов. Основные российские порты, такие как Владивосток, Находка и Восточный, обеспечивают значительную пропускную способность и могут быть интегрированы в международные транспортные цепочки BRI.

Таблица 4
Основные морские порты Дальнего Востока России и их инфраструктурные характеристики

Порт	Пропускная способность (млн тонн/год)	Основные направления	Совместные проекты с Китаем
Владивосток	15	Азия, Европа	Контейнерный терминал по PPP
Находка	30	Азия, США	Железнодорожные терминалы JV
Восточный	50	Азия, Европа	Трансграничная логистика BRI

Китайско-российское сотрудничество в транспортной сфере развивается с начала 2000-х годов. Ключевыми проектами являются модернизация портов Владивостока и Находки, развитие Транссибирской магистрали и создание логистического центра «Харбин–Находка». Эти проекты направлены на повышение транзитного потенциала региона, сокращение времени доставки и интеграцию мультимодальных маршрутов.

Таблица 5
Ключевые китайско-российские транспортно-логистические проекты и объёмы инвестиций

Год	Проект	Основное направление	Объём инвестиций (млн USD)
2010	Порт Владивосток	Контейнерные перевозки	200
2015	Логистический центр Харбин–Находка	Мультимодальный хаб	350
2020	Модернизация Транссиба	Железнодорожные перевозки	500

Несмотря на активное развитие проектов, сохраняются значительные барьеры. К ним относятся правовые различия в регулировании инвестиционной деятельности и таможенного администрирования, финансовые риски, связанные с валютными колебаниями, и административные сложности при согласовании инфраструктурных проектов между двумя странами.

Успешные примеры включают концессионные проекты в портах Владивостока, совместные предприятия по созданию мультимодальных терминалов в Китае и логистический центр «Харбин–Находка». Эти проекты демонстрируют рост пропускной способности, сокращение времени доставки и улучшение качества обслуживания. Потенциал синергии заключается в объединении ресурсов, технологическом трансфере и повышении общей эффективности логистических цепочек.

Таблица 6
Основные барьеры развития китайско-российского транспортно-логистического сотрудничества

Вид барьера	Пример
Правовой	Длительные процедуры согласования портовых проектов
Финансовый	Высокая стоимость капитала и необходимость долгосрочного финансирования
Административный	Координация тарифов и маршрутов между РФ и Китаем

Таблица 7
Примеры успешных PPP-проектов в транспортно-логистической сфере Китая и России

Проект	Модель PPP	Результат
Владивостокский порт	Концессия	Рост обработки контейнеров на 25% за 3 года
Харбин–Находка	JV	Увеличение транзитного грузопотока до 5 млн тонн/год
Логистический центр Чунцин	JV	Сокращение времени доставки в Европу на 20%

Выбор модели государственно-частного партнёрства для формирования транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке России определяется спецификой региона, высокой капиталоёмкостью инфраструктурных проектов и необходимостью их интеграции в международные транспортные коридоры инициативы «Пояс и путь». В условиях ограниченных бюджетных ресурсов и повышенных инвестиционных рисков использование PPP позволяет обеспечить привлечение частного капитала при сохранении стратегической роли государства.

Наиболее обоснованным представляется применение комбинированной модели PPP, сочетающей элементы концессионного соглашения и совместного предприятия. Концессионная форма обеспечивает долгосрочную эксплуатацию объекта частным оператором сроком 25–30 лет, что позволяет инвестору достигать устойчивой доходности, в то время как создание совместного предприятия с участием государственных и частных структур, включая китайских партнёров, способствует учёту трансграничного характера проекта и снижению институциональных рисков. К ключевым преимуществам данной модели относятся перераспределение операционных и финансовых рисков, повышение эффективности управления и ускорение реализации проекта. В то же время сохраняются риски, связанные с колебаниями внешнеторговой конъюнктуры, валютными изменениями и сложностью координации интересов участников.

Финансовая модель транспортно-логистического хаба основывается на принципе диверсификации источников финансирования. Общий объём инвестиций в проект оценивается в пределах 1,2–1,5 млрд долларов США, что соответствует международной практике реализации инфраструктурных логистических узлов аналогичного масштаба. Основную долю капитальных вложений формируют частные инвестиции, составляющие порядка 45% от общего объёма, что обеспечивает заинтересованность частного партнёра в эффективности проекта. Государственное участие выражается в финансировании инфраструктуры общего пользования и предоставлении субсидий, доля которых достигает около 30%. Оставшаяся часть формируется за счёт заёмных средств, включая кредиты банков развития и специализированных финансовых институтов.

Прогноз финансовых показателей проекта свидетельствует о его инвестиционной привлекательности. При среднегодовом росте грузооборота на уровне 6–8% срок окупаемости оценивается в 12–15 лет, а внутренняя норма доходности (IRR) составляет 11–13%. Устойчивость денежных потоков обеспечивается долгосрочными контрактами с грузоотправителями и интеграцией хаба в международные транспортно-логистические цепочки между Китаем, Россией и странами Европы.

Организация PPP-проекта предполагает чёткое распределение функций между государственными и частными участниками. Государственные органы выполняют регуляторные функции, обеспечивают развитие подъездной инфраструктуры, а также координируют проект в рамках национальных программ социально-экономического развития Дальнего Востока. Частный партнёр отвечает за проектирование, строительство, эксплуатацию объектов и внедрение цифровых логистических решений, включая автоматизированные системы управления грузопотоками.

Управление хабом осуществляется специализированной управляющей компанией, созданной в рамках совместного предприятия. Юридическое оформление проекта базируется на концессионном соглашении, дополненном корпоративными договорами, механизмами защиты инвестиций и положениями о разрешении споров в международном арбитраже. Такой подход обеспечивает институциональную устойчивость проекта и снижает правовые риски, связанные с участием иностранных инвесторов.

Реализация проекта осуществляется поэтапно и включает подготовительную, строительную и эксплуатационную фазы. На подготовительном этапе проводится технико-экономическое обоснование, формируются правовые и финансовые параметры PPP-соглашения, а также осуществляется выбор частных партнёров. Строительный этап длится в среднем 3–4 года и предполагает возведение терминалов, железнодорожных и портовых объектов, а также внедрение цифровых платформ управления логистикой. Эксплуатационная фаза рассчитана на 25–30 лет и предусматривает поэтапное наращивание мощностей хаба в зависимости от динамики грузопотоков.

Создание транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке оказывает значительный мультипликативный эффект на региональную экономику. В период строительства проекта формируется до 5–7 тыс. рабочих мест, а на этапе эксплуатации — стабильная занятость для высококвалифицированных специалистов в сфере логистики и транспорта. Увеличение пропускной способности инфраструктуры способствует росту транзитных грузопотоков между Китаем и Европой на 20–30%, что обеспечивает дополнительные налоговые поступления в региональный бюджет, оцениваемые в 120–150 млн долларов США в год.

Проект также повышает инвестиционную привлекательность Дальнего Востока, стимулируя развитие смежных отраслей, включая строительство, транспортное машиностроение и логистические услуги.

Экологическая устойчивость проекта обеспечивается за счёт приоритета железнодорожных и мультимодальных перевозок, что позволяет снизить выбросы углекислого газа до 15% по сравнению с альтернативными маршрутами. Внедрение энергоэффективных технологий, автоматизированных систем управления и цифровых платформ способствует сокращению издержек и негативного воздействия на окружающую среду.

Социальный эффект выражается в развитии городской и транспортной инфраструктуры, повышении уровня занятости и улучшении качества жизни населения. Дополнительное значение имеет реализация программ подготовки кадров и профессионального обучения, ориентированных на долгосрочные потребности логистического сектора региона.

Сравнительный анализ альтернативных сценариев показывает, что реализация проекта исключительно за счёт государственного финансирования приводит к существенной нагрузке на бюджет и снижает гибкость управления. В свою очередь, частные инициативы без участия государства характеризуются повышенными инвестиционными рисками и ограниченной социальной ориентированностью. В этом контексте модель PPP демонстрирует наибольшую сбалансированность, обеспечивая оптимальное сочетание финансовой устойчивости, управленческой эффективности и социально-экономического эффекта.

К числу ключевых ограничений реализации транспортно-логистического хаба на основе модели государственно-частного партнёрства относятся финансовые риски, обусловленные макроэкономической нестабильностью и спецификой трансграничных инфраструктурных проектов. Одним из наиболее значимых факторов является валютный риск, связанный с колебаниями курсов национальных валют, поскольку существенная часть капитальных вложений и операционных расходов номинирована в иностранной валюте. При этом доходы проекта могут формироваться в рублях, что усиливает дисбаланс денежных потоков.

Инфляционные риски также оказывают существенное влияние на финансовую устойчивость проекта, особенно в долгосрочной перспективе. Рост стоимости строительных материалов, оборудования и рабочей силы может привести к превышению первоначальной сметы и снижению прогнозируемой доходности. Дополнительным фактором неопределённости выступает нестабильность спроса на логистические услуги, зависящая от динамики внешней торговли, глобальных цепочек поставок и геополитической конъюнктуры. В условиях возможных спадов в мировой торговле это может привести к недозагрузке мощностей хаба и увеличению срока окупаемости проекта.

Реализация PPP-проекта в сфере транспортной логистики на Дальнем Востоке сопряжена с рядом политических и правовых ограничений. Существенную роль играет сложность нормативно-правового регулирования, включая различия в инвестиционном и таможенном законодательстве России и Китая. Процедуры согласования проектов, получения разрешений и лицензий часто носят длительный и многоуровневый характер, что увеличивает транзакционные издержки и снижает инвестиционную привлекательность.

Дополнительные сложности возникают в сфере трансграничного сотрудничества, включая вопросы таможенного администрирования, тарифной политики и технической совместимости инфраструктуры. Отсутствие унифицированных стандартов и механизмов координации может замедлять реализацию проектов и снижать их эффективность. Политические факторы, включая изменения внешнеэкономической политики и санкционные ограничения, также оказывают влияние на доступ к финансированию и международным рынкам капитала.

К числу значимых внутренних ограничений относятся организационные проблемы, связанные с координацией большого числа участников проекта. В рамках PPP-проекта взаимодействуют государственные органы различных уровней, частные инвесторы, операторы инфраструктуры, финансовые институты и зарубежные партнёры. Отсутствие чётко выстроенной системы управления может привести к дублированию функций, конфликту интересов и снижению эффективности принятия решений.

Особое значение имеет вопрос распределения ответственности между участниками проекта. Недостаточная определённость в разграничении функций на этапах проектирования, строительства и эксплуатации повышает управленческие риски и может негативно сказаться на сроках и качестве реализации проекта. В трансграничных проектах данные проблемы усугубляются различиями в корпоративной культуре и управленческих практиках.

Снижение финансовых рисков возможно за счёт использования механизмов хеджирования валютных колебаний, индексации тарифов с учётом инфляции, а также заключения долгосрочных контрактов с ключевыми грузоотправителями. Существенную роль играет участие банков развития и государственных гарантийных механизмов, которые позволяют снизить стоимость заёмного капитала и повысить устойчивость финансовой модели.

Минимизация правовых и политических рисков требует гармонизации нормативно-правовой базы, упрощения административных процедур и развития двусторонних межправительственных механизмов координации. Организационная эффективность может быть повышена за счёт создания единого проектного офиса и специализированной управляющей компании, наделённой достаточными полномочиями для оперативного управления проектом.

Для успешного внедрения PPP-моделей в сфере транспортно-логистических хабов на Дальнем Востоке целесообразно сосредоточиться на формировании стабильной и предсказуемой институциональной среды. Ключевым направлением является совершенствование законодательства о государственно-частном партнёрстве с учётом специфики трансграничных проектов и участия иностранных инвесторов. Необходимым условием также является развитие механизмов проектного финансирования и расширение роли государственных институтов развития.

Важным элементом является внедрение цифровых платформ управления логистикой и инфраструктурой, что позволяет повысить прозрачность операций, снизить издержки и повысить доверие инвесторов. Дополнительное значение имеет подготовка кадров и развитие профессиональных компетенций в сфере логистики и управления инфраструктурными проектами.

В среднесрочной перспективе китайско-российское транспортно-логистическое сотрудничество в рамках инициативы «Пояс и путь» будет характеризоваться дальнейшим ростом объёмов перевозок и диверсификацией маршрутов. Ожидается усиление роли Дальнего Востока России как ключевого транзитного узла, обеспечивающего связь между рынками Восточной Азии и Европы. По оценкам экспертов, объёмы транзитных перевозок через регион могут увеличиться на 20–30% в течение ближайших 10–15 лет.

Особое значение будет иметь развитие мультимодальных маршрутов, сочетающих железнодорожные и морские перевозки, а также интеграция Северного морского пути в общую систему евразийской логистики.

Интеграция транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке в глобальные цепочки поставок открывает значительные возможности для повышения конкурентоспособности региона. Развитие цифровой логистики, стандартизация процедур и повышение пропускной способности инфраструктуры позволяют включить хаб в международные сети, связывающие Азиатско-Тихоокеанский регион с Европой и Ближним Востоком. В долгосрочной перспективе это способствует формированию устойчивой позиции России в глобальной транспортной системе.

Заключение

В ходе исследования была рассмотрена новая парадигма китайско-российского сотрудничества в сфере транспортной логистики, основанная на применении модели государственно-частного партнёрства для создания транспортно-логистического хаба на Дальнем Востоке. Проведённый анализ показал, что PPP является наиболее сбалансированным механизмом реализации инфраструктурных проектов в условиях высокой капиталоёмкости, трансграничного характера и институциональной сложности.

Реализация рассматриваемого проекта имеет стратегическое значение для укрепления экономического взаимодействия между Россией и Китаем, повышения транзитного потенциала региона и интеграции в инициативу «Пояс и путь». Практическая ценность исследования заключается в возможности использования полученных выводов и рекомендаций государственными органами, инвесторами и операторами инфраструктуры при разработке и реализации аналогичных проектов в сфере транспортной логистики.

Литература

1. О государственно-частном партнёрстве, муниципально-частном партнёрстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон Рос. Федерации от 13.07.2015 № 224-ФЗ (ред. действующая). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2035 года : утв. распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р. – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Совместное заявление Российской Федерации и Китайской Народной Республики о развитии всеобъемлющего партнёрства и стратегического взаимодействия. – Пекин, 2022.
4. Варнавский В. Г. Государственно-частное партнёрство : теория и практика. – М. : Изд-во НИУ ВШЭ, 2019. – 384 с.
5. Ивантер В. В., Узяков М. Н. Инфраструктурное развитие экономики России. – М. : Наука, 2020. – 412 с.
6. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port Economics, Management and Policy. – London : Routledge, 2021. – 520 p.
7. Yescombe E. R. Public-Private Partnerships: Principles of Policy and Finance. – Oxford : Butterworth-Heinemann, 2018. – 432 p.
8. Кузнецов А. В. Развитие государственно-частного партнёрства в инфраструктурных проектах России // Вопросы экономики. – 2021. – № 9. – С. 45–63.
9. Лексин В. Н., Швецов А. Н. Дальний Восток России в системе евразийских транспортных коридоров // Региональная экономика: теория и практика. – 2022. – Т. 20, № 4. – С. 678–694.
10. Zhang Y., Liu W. The Belt and Road Initiative and Transport Infrastructure Development // Journal of Transport Geography. – 2020. – Vol. 87. – P. 102798.
11. Chen Z., He Z. Public–Private Partnerships in China's Infrastructure Development // China Economic Review. – 2019. – Vol. 54. – P. 1–15.
12. World Bank. Public-Private Partnerships Reference Guide. – Washington, DC : World Bank Group, 2020. – 230 p.
13. OECD. Public Governance of Infrastructure Investment. – Paris : OECD Publishing, 2020. – 168 p.
14. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2022. – Geneva : United Nations, 2022. – 152 p.
15. UNESCAP. Transport and Trade Connectivity in Northeast Asia. – Bangkok : United Nations, 2021. – 140 p.
16. Ministry of Transport of the People's Republic of China. Belt and Road Transport Cooperation Report. – URL: https://www.mot.gov.cn (дата обращения: 10.01.2026).
17. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики. – URL: https://minvr.gov.ru (дата обращения: 10.01.2026).

Research on a new paradigm of sino-russian cooperation: an analysis of the ppp model for a transport and logistics hub in the Russian far east within the framework of the belt and road initiative

Jia Yikun

Far Eastern Federal University (FEFU)

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines a new paradigm of Sino-Russian economic cooperation in the field of transport logistics based on the application of Public-Private Partnership (PPP) models for the development of a transport and logistics hub in the Russian Far East within the framework of the Belt and Road Initiative (BRI). The study explores the theoretical foundations and practical forms of PPP implementation in infrastructure projects and analyzes international experience in the development of transport and logistics hubs and multimodal terminals. Particular attention is paid to the role of the Russian Far East as a strategically important transit region with significant potential for integration into Eurasian transport and logistics corridors.

The paper provides an analysis of current Sino-Russian transport and logistics projects, identifies key financial, legal, and organizational barriers to cooperation, and assesses the risks associated with PPP-based infrastructure development. The feasibility of a hybrid PPP model combining concession agreements and joint ventures is substantiated in terms of investment attractiveness, risk allocation, and long-term sustainability. The study concludes that the creation of a transport and logistics hub generates substantial economic, social, and environmental benefits and offers practical recommendations for public authorities and private investors involved in large-scale logistics infrastructure projects.

Keywords: public-private partnership, PPP, transport and logistics hub, Russian Far East, Sino-Russian cooperation, Belt and Road Initiative, multimodal logistics, infrastructure development, international transport corridors.

References

1. On Public–Private Partnership, Municipal–Private Partnership in the Russian Federation and Amendments to Separate Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of the Russian Federation dated 13.07.2015 No. 224-FZ (in force). – Access via the legal information system "ConsultantPlus".
2. Transport Strategy of the Russian Federation for the Period up to 2035: approved by Order No. 3363-r of the Government of the Russian Federation dated 27.11.2021. – Access via the legal information system "GARANT".
3. Joint Statement of the Russian Federation and the People's Republic of China on the Development of Comprehensive Partnership and Strategic Interaction. – Beijing, 2022.
4. Varnavsky V. G. Public–Private Partnership: Theory and Practice. – Moscow: Publishing House of NRU HSE, 2019. – 384 p.
5. Ivanter V. V., Uzyakov M. N. Infrastructure Development of the Russian Economy. – Moscow: Nauka, 2020. – 412 p.
6. Notteboom T., Rodrigue J.-P. Port Economics, Management and Policy. – London: Routledge, 2021. – 520 p.
7. Yescombe E. R. Public–Private Partnerships: Principles of Policy and Finance. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2018. – 432 p.
8. Kuznetsov A. V. Development of public–private partnership in infrastructure projects in Russia // Voprosy Ekonomiki (Journal of Economics). – 2021. – No. 9. – P. 45–63.
9. Leksin V. N., Shvetsov A. N. The Russian Far East within the system of Eurasian transport corridors // Regionalnaya Ekonomika: Teoriya i Praktika (Regional Economics: Theory and Practice). – 2022. – Vol. 20, No. 4. – P. 678–694.
10. Zhang Y., Liu W. The Belt and Road Initiative and transport infrastructure development // Journal of Transport Geography. – 2020. – Vol. 87. – P. 102798.
11. Chen Z., He Z. Public–private partnerships in China's infrastructure development // China Economic Review. – 2019. – Vol. 54. – P. 1–15.
12. World Bank. Public–Private Partnerships Reference Guide. – Washington, DC: World Bank Group, 2020. – 230 p.
13. OECD. Public Governance of Infrastructure Investment. – Paris: OECD Publishing, 2020. – 168 p.
14. UNCTAD. Review of Maritime Transport 2022. – Geneva: United Nations, 2022. – 152 p.
15. UNESCAP. Transport and Trade Connectivity in Northeast Asia. – Bangkok: United Nations, 2021. – 140 p.
16. Ministry of Transport of the People's Republic of China. Belt and Road Transport Cooperation Report. – URL: https://www.mot.gov.cn (accessed: 10.01.2026).
17. Ministry for the Development of the Russian Far East and Arctic of the Russian Federation. – URL: https://minvr.gov.ru (accessed: 10.01.2026).

Теоретические аспекты формирования и развития человеческого капитала сельских территорий

Щетникова Виктория Валерьевна
соискатель кафедры управления социально-экономическими системами, Красноярский ГАУ, v.shpagina@mail.ru,

Чепелева Кристина Викторовна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры управления социально-экономическими системами, Красноярский ГАУ, kristychepeleva@mail.ru,

Шмелева Жанна Николаевна
кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры иностранных языков и профессиональных коммуникаций, Красноярский ГАУ, shmelevazhanna@mail.ru

Статья посвящена анализу понятий «человеческий капитал» и обоснованию необходимости его переосмысления в современных условиях. Представлена трансформация экономических сфер и видов человеческого капитала в процессе общественного развития. Определена специфика человеческого капитала сельских территорий, обусловленная комбинацией демографических, образовательных, институциональных и цифровых факторов. Охарактеризованы существующие подходы к понятию «человеческий капитал», определен их ключевой недостаток – отсутствие системного взгляда на процесс его формирования. Подчеркивается актуальность цифровизации и адаптации проектных решений к реальным моделям функционирования сельских поселений, отличающихся от городской своей идентичностью. Аргументируется вывод о целесообразности определения специфики человеческого капитала сельских территорий, которая является необходимым условием для эффективной реализации государственных программ (в частности, «Кадры в АПК»).
Ключевые слова: человеческий капитал, сельские территории, урбанизация, человеческий потенциал, человеческий ресурс, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство.

Введение

По прогнозам ученых, к 2050 году численность городских жителей во всем мире превысит сельское население почти в два раза. Согласно докладу ООН, в России уже сейчас более 70% населения живет в городах [1]. Массивная урбанизация сопряжена с высоким риском уменьшения плотности населения в сельской местности, а сельскому хозяйству – угрожает процесс регрессивной трансформации, сопровождающийся существенным снижением производственных показателей.

Человеческий капитал сельских территорий оказывает наиболее важное влияние не только на развитие сельских территорий, но и на будущее всей продовольственной безопасности страны. Это обусловлено рядом взаимосвязей и факторов, действующих на местном, региональном и государственном уровнях. Современное понимание человеческого капитала включает в себя не только профессиональные навыки и знания, но и уровень здоровья, качества жизни, социальной сплоченности и мотивации к созидательной деятельности.

Качество и количество человеческого капитала определяют потенциал сельских территорий, социальной сферы, экономики региона в целом. Недостаточный уровень образования, слабое здоровье, низкий доступ к современным технологиям снижают конкурентоспособность сельской местности, ограничивая возможности её экономического роста и социального благополучия.

Актуальным вопросом является закономерность неравномерного снижения постоянной численности населения сельских территорий различных субъектов Российской Федерации.

Целью исследования стало изучение теоретических аспектов формирования и развития человеческого капитала сельских территорий.

Методы

В процессе исследования применялись следующие методы: общенаучные, экономико-статистические, графические приемы представления информации.

Результаты и обсуждение

Развитие теоретического подхода к понятию «человеческий капитал» в процессе исторического становления претерпело многочисленные уточнения и переосмысление в зависимости от экономических условий и факторов внешней среды. Большое количество исследователей классифицировало многообразие подходов, стремясь упорядочить содержание термина и раскрыть его смысл.

Теория человеческого капитала начала развиваться во второй половине XX века благодаря трудам известных экономистов, таких как Т. Шульц и Г. Беккер. Особенно значимой эта теория стала в контексте сельских территорий, где специфика пространства, связи с природой, сезонностью, сильной локальной привязанностью и образ хозяйственного быта накладывают особый отпечаток на её интерпретацию. Именно поэтому в понимании человеческого капитала на сельских территориях учитываются дополнительные важные факторы. Системное положение человеческого капитала визуализировано на рисунке 1, представляющее собой взаимосвязь с другими видами капиталов.

Рисунок 1 – Трансформация экономических сфер и проявления труда в процессе общественного развития
Источник: составлен авторами по данным источников [2, 3]

Рисунок 1 транслирует взаимосвязь между сменой общественного уклада и трансформацией форм капитала, демонстрируя, как каждый новый этап развития общества определяет доминирующий тип ресурсов и компетенций. Фактически трудовой капитал представляет собой основу, включающую рабочее время, физические возможности, исполнение инструкций. По мере эволюции труда внимание смещается с количества затраченных усилий на их качество, возникает понятие человеческого капитала как надстройки, охватывающей образование, знания, опыт, навыки, креативность и здоровье. Далее, с развитием цифровых технологий и их широким внедрением, формируется специализация, ориентированная на цифровую среду, и появляется термин «цифровой капитал». Этот вид капитала включает цифровую грамотность, управление цифровыми активами и умение эффективно работать с данными.

Государство реализует ряд программ, направленных на интеграцию новых форм капитала и содействие развитию экономики в условиях цифровой трансформации. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» призван создать современную цифровую инфраструктуру, обеспечивающую эффективное использование данных и технологий. Параллельно федеральный проект «Кадры в АПК» развивает человеческий капитал в агропромышленном комплексе, готовя специалистов, способных применять инновации и управлять цифровыми активами. Совместное действие этих программ способствует синтезу цифрового и человеческого капитала, позволяя ускорить технологическое обновление и повысить конкурентоспособность сельских территорий в постиндустриальном обществе.

Фактически трудовой капитал представляет собой основу, включающую рабочее время, физические возможности, исполнение инструкций. По мере эволюции труда внимание смещается с количества затраченных усилий на их качество, возникает понятие человеческого капитала как надстройки, охватывающей образование, знания, опыт, навыки, креативность и здоровье. Далее, с развитием цифровых технологий и их широким внедрением, формируется специализация, ориентированная на цифровую среду, и появляется термин «цифровой капитал». Этот вид капитала включает цифровую грамотность, управление цифровыми активами и умение эффективно работать с данными.

Отдельно стоит подчеркнуть специфические компоненты человеческого капитала сельских территорий. Среди них выделяют компетентность в сферах АПК, необходимую для понимания принципов и технологий сельскохозяйственного производства, экологическое сознание, основанное на бережливом отношении к природе, и территориальную идентичность, проявляющуюся в чувстве сопричастности к своему региону и стремлении его развивать.

Развитию человеческого капитала способствует сочетание внутренних и внешних факторов. Внутренними факторами являются возрастная структура населения, уровень образованности, склонность к миграции и профессионально-квалификационное положение. Внешние факторы включают государственную поддержку, доступность инфраструктурных услуг, развитие цифровых технологий и динамику аграрных рынков.

Эффективность оценки человеческого капитала определяется выбором правильного подхода. Затратный подход фокусируется на инвестициях в развитие, доходный подход измеряет прибыль от вложенного капитала, комбинированный подход совмещает оба метода. Важно использовать объективные индикаторы: уровень образования, состояние здоровья, степень профессионализма, уровень доходов и качество жизни.

Современные вызовы для развития человеческого капитала включают демографическое старение, молодёжную миграцию, цифровое неравенство и изменения в структуре занятости. Поэтому важными направлениями остаются расширение цифровых компетенций, формирование инновационной экосистемы, привлекательность среды для молодёжи и поддержка предпринимательской активности.

Таким образом, развитие человеческого капитала является приоритетным направлением устойчивого развития сельских территорий и улучшения качества жизни сельского населения.

При развитии человеческого капитала сельских территорий необходимо учитывать специфику и особенности ее формирования. Человеческий капитал одной сельской территории может значительно отличаться от человеческого капитала другой, поскольку специфика сельских территорий представляет собой совокупность природных, экономических, социальных, инфраструктурных и культурных условий, определяющих процесс формирования, накопления и реализации человеческого капитала в сельской местности в отличие от городской. Специфика человеческого капитала сельских территорий обусловлена уникальной комбинацией природных, экономических, социальных и культурных факторов, влияющих на его формирование и развитие. Для глубокого понимания процессов формирования и развития человеческого капитала в сельских территориях важно учитывать их уникальную специфику, обусловленную природными, экономическими, социальными и культурными факторами. Сельские территории характеризуются особыми условиями, которые влияют на структуру, качество и динамику человеческого капитала, делая его отличным от городского.

На рисунке 2 представлена специфика человеческого капитала сельских территорий, позволяющая наглядно продемонстрировать разнообразие и комплексность факторов, определяющих его формирование и развитие.

Специфика человеческого капитала сельских территорий, представленная на рисунке 2, обусловлена уникальной комбинацией демографических, образовательных, институциональных, цифровых факторов, влияющих на его формирование и развитие. В отличие от городского, сельский человеческий капитал характеризуется такими особенностями, как компетентность в сферах АПК, экологическое сознание, территориальная идентичность. Вместе с тем, ограниченная мобильность, демографические вызовы и слабая инфраструктура создают дополнительные барьеры для его развития.

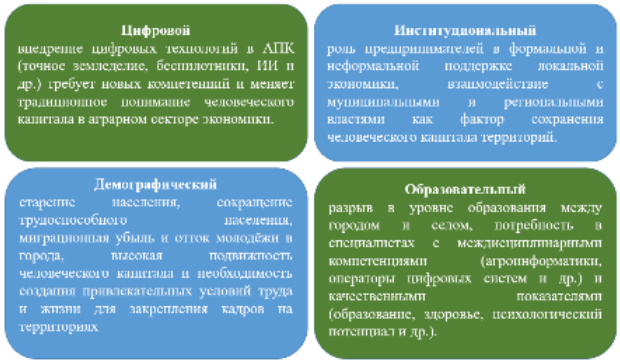


Рисунок 2 – Специфические факторы, влияющие на развитие человеческого капитала сельских территорий
Источник: составлено авторами по данным источников [4, 5]

Колоскова Ю.И. описывает в своей работе, что расчет обобщенных показателей, характеризующих уровень доходов, показал, что сельским жителям денег хватает только на необходимые блага, улучшение материального положения возможно только после переезда в город. Анализ данных мониторинга социально-трудовой сферы села показал, что жители сельских территорий не ожидают всплеска рождаемости даже посредством активной поддержки государства [6]. Таким образом, для повышения качества трудового капитала сельских территорий необходимо благоприятное и взаимовыгодное интегрирование системы непрерывного образования, наращивание профессиональных навыков, расширение границ профессионального компетентностного пространства для всестороннего развития.

Реализация данного процесса на сельских территориях осложняется необходимостью предварительной опоры на базу благоприятных социально-экономических условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей всех жизненных этапов – от детского сада до работодателя. Важно иметь возможность удовлетворить первичные потребности в поддержке здоровья, социализации в обществе и раскрытии потенциальных способностей.

На сегодняшний день существует множество комплексных государственных программ, которые постепенно повышают привлекательность сельской среды, однако этот процесс требует продолжительного и поэтапного внедрения изменений. Предприятиям, осуществляющим деятельность в сельских территориях, нельзя ожидать быстрого эффекта от реализации государственных инициатив и притока рабочей силы. Они вынуждены оперативно адаптироваться к существующим реалиям и реагировать на реальные рыночные запросы.

Новикова И.И. и Бруцкий В.С. уделяли особое внимание необходимости разработки концептуальных направлений по формированию, использованию и развитию человеческого капитала сельских территорий с целью оперативного выявления факторов, ограничивающих воспроизводство сельского населения, получения информации о территориальной дифференциации развития трудовых ресурсов и миграции сельского населения, выработки рекомендаций о предупреждении и устранении последствий негативных социальных процессов и принятия необходимых мер [7].

Для успешного решения текущих экономических вызовов необходимо глубже изучить подходы к формированию и эффективному управ-

лению человеческим капиталом. Эффективное управление человеческими ресурсами позволит, например, организациям не только привлекать квалифицированные кадры, но и повышать производительность труда, снижать издержки и улучшать конкурентные преимущества.

В современных экономических воззрениях все более укрепляется мнение, что человеческий капитал является наиболее ценным ресурсом общества, превосходящим по значимости природные богатства или накопленные материальные ценности [8]. Однако содержание этого ключевого понятия эволюционировало и трактуется по-разному в научной литературе. В научной среде до сих пор не существует единого определения термина «человеческий капитал» [9]. Исследователи подходят к характеристике человеческого капитала с различных позиций, что во многом определяет спектр его трактовок – от узкого до расширенного» [10].

Фролов А.А. в своей статье описал, что невозможно рассмотреть все элементы человеческого капитала, но автор ссылается на необходимость предварительного выделения факторов формирования и развития человеческого капитала и исследовании институтов развития, оказывающих на них влияние [11]. Колосов А.Е. описывает суть человеческого капитала как некий запас полезных знаний, навыков и опыта сотрудников предприятия [12]. Он является существенной частью интеллектуальной системы предприятия, основным генератором интеллектуальных ресурсов и идей [12].

Худякова Е.Г. в своей работе отмечала, что «человеческий капитал» и «интеллектуальная собственность» являются составными частями друг друга и имеют схожие характеристики [13]. Закорецкая О.С. определяла человеческий капитал как накопленные богатства знаний, выражающихся в совокупности профессиональной компетентности, культуры, здоровья, семейных и общественных ценностей, мотивации [14]. Капелюшников Р.И. описывает человеческий капитал как запас знаний, навыков, способностей человека, которые и могут использоваться им в производственных либо в потребительских целях [15]. Шилова А.Э. в своих работах делала акцент на возрастающую роль инвестиционной природы человеческого капитала в создании добавленной стоимости и формировании конкурентных преимуществ на мезо- и макроуровне [16].

Попов Д.С. и Шестакова Д.А. Сделали акцент в своей статье на неотделимую природу человеческого капитала от своего носителя и на его схожесть с физическим капиталом по способности как увеличиваться, так и устаревать, деградировать, уменьшаться с течением времени [17]. А.А. Хоконов считает, что человеческий капитал – сложный комплекс социально-экономических, психологических и иных параметров человеческих ресурсов, который формируется путем инвестиций. Инвесторами могут выступать как государство, реализующее социальную политику, так и фирма, и сам человек [18].

Тухтарова Е.Х. в своей работе раскрыла понятие человеческого капитала как предмет, который изменчив (подвижен) в своих количественных и качественных характеристиках под влиянием миграционных процессов [19]. Долина Я.Н. в своем исследовании раскрыла понятие человеческого капитала для агропромышленного комплекса как дуалистическую категорию (промышленный и расширенный контуры), выделив новые требования к компетенциям работников, обусловленные цифровой трансформацией, необходимостью обеспечения технологического суверенитета и продовольственной безопасности [20].

Серебрякова Н.А., Волкова С.А. и Волкова Т.А. в своем исследовании раскрыли понятие человеческого капитала через региональный подход к его оценке, выделив четыре основные составляющие: демографическую, трудовую и образовательную, научно-исследовательскую, социокультурную [21]. Арнаут М.Н. в своем исследовании раскрыл понятие человеческого капитала как совокупность качеств личности, которые можно развивать и корректировать посредством инвестиций для целей дальнейшего увеличения доходов – как самого индивида, так и хозяйствующего субъекта, региона, страны в целом [2].

Бондаренко М.С. в своей работе представил понятие человеческого капитала как условную единицу измерения соотношения субъектной и ресурсной базы, имеющейся в распоряжении общества и государства, характеризующую одновременно качество жизни человека и общества, а также способность сохранять и совершенствовать эти качественные характеристики [3]. Дусаев Х.Б. в своем исследовании осуществил систематизацию и обобщение понятий человеческого капитала, представленных различными авторами, что позволило выявить многообразие подходов к определению данной категории [9].

Метелькова Е.И. в своей работе раскрывала понятие человеческий капитал сельской территории как совокупность элементов человеческого потенциала, формируемого в условиях сельского образа жизни со свойственной ему уровнем социальной и культурной институциализации, реализованных в его экономической деятельности на данной территории и обеспечивающих получение дохода его носителями, приращение добавленной стоимости определенной территории, а также их вклада в экономический рост национальной экономики и развитие социума [22]. Дятлов С.А. в своей работе отмечал высокую ценность качества человеческого капитала утверждая, что человеческий капитал высококвалифицированных, мобильных, креативных работников является главным фактором высокого динамизма глобальной информационной экономики и достижения успеха в условиях глобальной инновационной гиперконкуренции [23].

Многообразие подходов к понятию «человеческий капитал» обусловлено его сложной, междисциплинарной природой. Отсутствие единого определения в научной литературе привело к тому, что исследователи акцентируют внимание на различных аспектах этого феномена: от сугубо экономических до глубоко социальных. Чтобы систематизировать это многообразие и выявить логику существующих трактовок, можно сгруппировать их по ключевым исследовательским направлениям. Анализ работ представленных авторов демонстрирует несколько фундаментальных подходов.

1. Социально-контекстный. Человеческий капитал нельзя рассматривать в отрыве от социальной среды.

2. Иерархический (интегративный). Особое внимание уделено систематизации терминологии, чтобы устранить путаницу в определениях и объединить экономическое и гуманитарное измерение человеческого капитала.

3. Инвестиционно-экономический. Способность человеческого капитала генерировать прибыль и создавать добавленную стоимость как его ключевые характеристики.

4. Отраслевой. Дуализму понятия для агропромышленного комплекса, где требования к компетенциям диктуются цифровой трансформацией и необходимостью обеспечения технологического суверенитета.

5. Миграционный. Подвижность человеческого капитала как системы, характеристики которой зависят от перемещения людей между регионами и странами.

6. Структурно-региональный. Необходимость комплексной оценки капитала через анализ его составляющих на уровне региона: демографической, трудовой/образовательной, научно-исследовательской, социокультурной и др.

В научных кругах наблюдается отсутствие консенсуса относительно определения понятия «человеческий капитал», что обусловлено многогранностью и сложностью данного феномена [8]. Высокое качество человеческого капитала отражает уровень знаний, умений, творческих способностей и навыков, позволяющих человеку эффективно развивать предприятия. Фактически для предприятий на сельских территориях важна интеллектуальная составляющая человеческого капитала.

Дусаев Х.Б. в своей работе указывает, что главные факторы развития человеческого потенциала – непрерывное образование и обучение, здравоохранение и наука. В международной практике введено понятие – индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), представляющий среднеарифметическое из трех наиболее наглядных индикаторов уровня жизни: индекса ожидаемой продолжительности жизни, индекса уровня образования населения и индекса реального среднедушевого ВВП, рассчитанного с учетом паритета покупательной способности валют разных стран [9].

В настоящий момент, уровень развития человеческого потенциала по данному показателю в России относится к высокой категории [9]. Однако высокий агрегированный показатель ИРЧП скрывает за собой глубокие структурные дисбалансы: возможности реализации человеческого потенциала крайне неравномерно распределены между городом и деревней. Именно ресурсная и инфраструктурная недостаточность базовых факторов (образования и здравоохранения) на селе приводит к тому, что за последние 30 лет сельские территории столкнулись с серьёзным дефицитом квалифицированных кадров, обусловленным оттоком молодёжи в города, старением населения и низким уровнем привлекательности сельской среды обитания. Этот процесс усугубляется миграционными настроениями среди молодых поколений, стремящихся к лучшим условиям жизни и профессиональным возможностям в крупных городах.

Таким образом, предлагается дополнить классическое определение человеческого капитала сельских территорий. Под ним следует понимать совокупность знаний, компетенций, здоровья и мотивации сельского населения территории, характеризующейся различной степенью пространственной устойчивости, которая определяется комплексом природно-климатических и сформированных на их основе социально-экономических условий территории, а также процессом внедрения цифровых технологий в различные сферы жизни, которые влияют на их развитие.

Заключение

В рамках проведённого исследования были всесторонне рассмотрены теоретические аспекты формирования и развития человеческого капитала сельских территорий. Анализ эволюции понятия «человеческий капитал» позволил выявить ключевые недостатки существующих подходов, в частности, отсутствие системного взгляда на процесс его формирования и учет различных факторов. В работе предложена авторская интерпретация понятия человеческого капитала, которая позволяет учитывать влияние факторов на его формирование с современных реалиях.

Представленные исследования демонстрируют важность углубленного изучения особенностей человеческого капитала именно в контексте сельских поселений, подчеркивая необходимость разработки специальных инструментов для повышения эффективности регионального развития.

Практическая значимость исследования заключается в возможности его использования для формирования комплексных стратегий развития человеческого капитала на всех уровнях управления, что особенно актуально в условиях современных демографических и экономических вызовов, стоящих перед сельскими территориями России. Таким образом, работа вносит вклад в развитие теории человеческого капитала и предлагает подходы, позволяющие создавать практические инструменты для повышения эффективности региональной политики и устойчивого развития сельских территорий.

Литература

1. Семенов С.Н. Устойчивое развитие сельских территорий как объект исследования и управления / С. Н. Семенов, В.Н. Рубцова // Научное обозрение: теория и практика. 2020. Т. 10. Вып. 6. С. 1150–1170. DOI: 10.35679/2226-0226-2020-10-6-1150-1170.
2. Арнаут М.Н. Дефиниция понятий "человеческий капитал", "человеческий потенциал" и "человеческий ресурс" / М. Н. Арнаут // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. – 2021. – № 2. – С. 79-85. – DOI 10.24412/2071-6435-2021-2-79-85.
3. Бондаренко М.С. Человеческий ресурс, человеческий потенциал и человеческий капитал как правовые категории, их значение для обеспечения национальной безопасности / М. С. Бондаренко // Основные направления совершенствования системы национальной безопасности. – 2023. – № 3. – С. 19-24.
4. Alenbah K.S. Models for the development of human resources in rural areas: analysis, regulatory control / K. S. Alenbah // Russian Journal of Management. – 2025. – № 8 – P. 375-389.
5. Dul'zon S.V. Human resources of rural areas: evaluation challenges and directions for effective use / S. V. Dul'zon // Russian Journal of Management. – 2025. – №. 6. – P. 339-350. DOI: https://doi.org/10.29039/2500-1469-2025-13-6-339-350
6. Колоскова Ю.И. Особенности формирования человеческого капитала с учетом типов сельских территорий / Ю.И. Колоскова, Л.А. Якимова // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 12(87). – С. 71-76.
7. Новикова, И.И. Человеческий капитал сельских территорий: концептуальные направления по воспроизводству, использованию и развитию / И. И. Новикова, В. С. Богуцкий // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2021. – № 6(128). – С. 117-126. – DOI 10.26726/1812-7096-2021-6-117-126.
8. Ахмедова Ж.А. Инвестиции в человеческий капитал: понятие, особенности и основные этапы / Ж. А. Ахмедова, З. Э. Вольская // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2024. – № 4(162). – С. 258-271. – DOI 10.26726/1812-7096-2024-4-258-271.
9. Дусаев Х.Б. Концептуальные основы человеческого капитала / Х. Б. Дусаев, А. Х. Дусаева // Russian Journal of Management. – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 13-27. – DOI 10.29039/2409-6024-2024-12-1-13-27.
10. Синицкая Н.Я. Сущность понятий «человеческие ресурсы», «человеческий капитал» и «человеческий потенциал» / Н.Я. Синицкая // Вестник Поморского университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. – 2004. – № 2. – С. 94-102.
11. Фролов А.А. Человеческий капитал и институты его развития в условиях технологической трансформации: опыт России и стран ЕАЭС / А.А. Фролов, В.Н. Холина, В. С. Горбунов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2025. – Т. 18, № 2. – С. 141-162. – DOI 10.15838/esc.2025.2.98.8.
12. Колосов А.Е. Человеческий капитал как главный ресурс инновационной активности предприятий / А. Е. Колосов // Креативная экономика. – 2012. – № 6(66). – С. 98-105.
13. Худякова Е.Г. Человеческий капитал как фактор конкурентоспособности предприятия / Е.Г. Худякова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 6-3(37). – С. 124-126.
14. Закорецкая О.С. Человеческий капитал как фактор развития инновационной деятельности / О.С. Закорецкая // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2017. – Т. 1, № 2. – С. 175-177.
15. Капелюшников Р. Человеческий капитал России: эволюция и структурные особенности / Р. Капелюшников // Вестник общественного мнения. Данные. Анализ. Дискуссии. – 2005. – № 4(78). – С. 46-54.
16. Шилова А.Э. Проблематика изучения человеческого капитала в исследованиях российских ученых: подходы к формированию, развитию и оценке / А.Э. Шилова // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 12. – С. 7945-7960. – DOI 10.18334/epp.14.12.122324.
17. Попов Д.С. Человеческий капитал в изменчивом кризисном обществе: стратегия социологического анализа / Д.С. Попов, Д.А. Шестакова // Социологический журнал. – 2024. – Т. 30, № 1. – С. 43-63. – DOI 10.19181/socjour.2024.30.1.3.
18. Хоконов А.А. К вопросу о значении фактора человеческий капитал в инновационном развитии страны / А.А. Хоконов // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2015. – № 21. – С. 76-80.
19. Тухтарова Е.Х. Влияние трудовой миграции на человеческий капитал и ВРП регионов России / Е.Х. Тухтарова // Народонаселение. – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 163-177. – DOI 10.19181/population.2022.25.4.14.
20. Долина Я.Н. Современное понимание сущности человеческого капитала в АПК / Я. Н. Долина // Russian Journal of Management. – 2025. – Т. 13, № 12. – С. 105-115. – DOI 10.29039/2409-6024-2025-13-12-105-115.
21. Серебрякова Н.А. Методика интегральной оценки человеческого капитала региона / Н.А. Серебрякова, С.А. Волкова, Т.А. Волкова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – Т. 81, № 3(81). – С. 375-380. – DOI 10.20914/2310-1202-2019-3-375-380.
22. Метелькова Е.И. Теоретико-методологические аспекты формирования человеческого капитала сельских территорий / Е.И. Метелькова // Вестник АПК Ставрополья. – 2015. – № 4(20). – С. 346-350.
23. Дятлов С.А. Инновационная гиперконкуренция как фактор развития экономической системы / С.А. Дятлов // Экономист. – 2012. – № 2. – С. 69-76.

Theoretical aspects of the human capital formation and development in rural areas

Shchetnikova V.V., Chepeleva K.V., Shmeleva Zh.N.
Krasnoyarsk State Agrarian University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The article is devoted to the analysis of the concepts of "human capital" and substantiation of the necessity for its rethinking in modern conditions. The transformation of economic spheres and types of human capital in the process of social development is presented. The article highlights the specificity of rural human capital due to a combination of demographic, educational, institutional and digital factors. The existing approaches to the concept of "human capital" are characterized. Their key drawback – the lack of a systematic view of its formation process is identified. The relevance of digitalization and adaptation of design solutions to real models of functioning of rural settlements, which differ from urban ones in their identity, is emphasized. The conclusion about advisability to determine the specificity of rural human capital, which is a prerequisite for the effective implementation of government programs (in particular, "Personnel in agro-industrial complex") is substantiated.

Keywords: human capital, rural areas, urbanization, human potential, human resource, agro-industrial complex, agriculture.

References

1. Semenov S.N. Ustoichivoe razvitie sel'skikh territorii kak ob"ekt issledovaniya i upravleniya / S. N. Semenov, V.N. Rubtsova // Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika. 2020. T. 10. Vyp. 6. S. 1150–1170. DOI: 10.35679/2226-0226-2020-10-6-1150-1170.
2. Arnaut M.N. Definitsiya ponyatii "chelovecheskii kapital", "chelovecheskii potentsial" i "chelovecheskii resurs" / M. N. Arnaut // EHTAP: ehkonomicheskaya teoriya, analiz, praktika. – 2021. – № 2. – S. 79-85. – DOI 10.24412/2071-6435-2021-2-79-85.
3. Bondarenko M.S. Chelovecheskii resurs, chelovecheskii potentsial i chelovecheskii kapital kak pravovye kategorii, ikh znachenie dlya obespecheniya natsional'noi bezopasnosti / M. S. Bondarenko // Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya sistemy natsional'noi bezopasnosti. – 2023. – № 3. – S. 19-24.
4. Alenbah K.S. Models for the development of human resources in rural areas: analysis, regulatory control / K.S. Alenbah // Russian Journal of Management. – 2025. – № 8 – P. 375-389.
5. Dul'zon S.V. Human resources of rural areas: evaluation challenges and directions for effective use / S.V. Dul'zon // Russian Journal of Management. – 2025. – №. 6. – P. 339-350. DOI: https://doi.org/10.29039/2500-1469-2025-13-6-339-350
6. Koloskova Yu.I. Osobennosti formirovaniya chelovecheskogo kapitala s uchetom tipov sel'skikh territorii / Yu.I. Koloskova, L.A. Yakimova // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 12(87). – S. 71-76.
7. Novikova, I.I. Chelovecheskii kapital sel'skikh territorii: kontseptual'nye napravleniya po vosproizvodstvu, ispol'zovaniyu i razvitiyu / I. I. Novikova, V. S. Bogutskii // Regional'nye problemy preobrazovaniya ehkonomiki. – 2021. – № 6(128). – S. 117-126. – DOI 10.26726/1812-7096-2021-6-117-126.
8. Akhmedova Zh.A. Investitsii v chelovecheskii kapital: ponyatie, osobennosti i osnovnye ehtapy / Zh. A. Akhmedova, Z. Eh. Vol'skaya // Regional'nye problemy preobrazovaniya ehkonomiki. – 2024. – № 4(162). – S. 258-271. – DOI 10.26726/1812-7096-2024-4-258-271.

Разработка алгоритма ведения бизнеса на цифровой торговой платформе

Шульга Виталий Юрьевич
аспирант, Московский финансово-промышленный университет Синергия, vitaliy@shulga.org

Актуальность работы базируется на быстром росте числа новых продавцов на онлайн-платформах и высоком уровне их неудовлетворенности маркетинговой и логистической компонентами этой работы. Целью данной работы является разработка алгоритма ведения бизнеса на торговой платформе. Разработано содержание видов деятельности 6 основных блоков алгоритма ведения бизнеса на торговой платформе. Проведен анализ функций маркетинга, которые необходимо выполнить в рамках этих 6 блоков. Выявлены специфические характеристики маркетинга на торговой платформе, в частности – продвижение с помощью акций. Сформирован чек-лист вывода товара на платформу и ведения бизнеса, включающий 20 пунктов. Алгоритм опробован на примере вывода на рынок трех товарных марок женских демисезонных пальто в 2019–2025 гг. За данный период объем производства и продажи пальто достиг уровня 100 тыс. в год, а всего продано 400 тыс. пальто.
Ключевые слова: цифровая платформа, маркетплейс, онлайн-продажи, алгоритм, чек-лист, маркетинг, реклама.

Введение

Цифровые онлайн-платформы в значительной мере изменили наш мир и активно влияют на экономическое развитие, особенно на торговлю. Россия является лидером по темпам роста онлайн-продаж в мире, которые составляют около 35% в год. Лидируют на рынке торговли платформы Wildberries и Ozon, доля которых в России составляет около 50%.

Быстро растет и число продавцов товаров, включая производителей. Так, в конце 2025 г. на Wildberries работало 900 тыс. продавцов, а на Ozon – 620 тыс. [1]. Согласно прогнозам их число в 2026 г. увеличится в 1,5 раза. Вместе с тем до 25% продавцов не удовлетворены своей работой на торговых платформах [2].

Одной из причин их недовольства служит то, что работа на торговых платформах значительно отличается от того, что происходит в обычном бизнесе. С одной стороны, маркетплейс снимает с предпринимателя значительную часть функций, но с другой – требует уделять значительное внимание выполнению всех правил и регламентов, особенно касающихся маркетинга и логистики. Каждый из этих двух аспектов вызывает недовольство 40% продавцов.

Целью данной работы является разработка алгоритма ведения бизнеса на торговой платформе.

Хотя этой теме уделили внимание многие авторы, но они, как правило, затрагивали начальные этапы этого бизнеса. Данная работа отличается рассмотрением аспектов, связанных также с производством товаров, расширением и диверсификацией бизнеса.

1. Обзор

Простейший линейный алгоритм выхода на платформу имеет вид, представленный в таблице 1 [3].

Таблица 1
Алгоритм работы бизнеса с маркетплейсом

	Операция	Комментарий
1.	Определить нишу	Выбрать товар с высоким спросом и низкой конкуренцией, анализ статистики запросов сайтов конкурентов
2.	Выбрать онлайн-площадку	Изучить оферту маркетплейса, отзывы покупателей, размеры штрафов, порядок выплат, взимаемый процент, гарантийный взнос, стоимость маркетинговых услуг, географию продаж
3.	Наладить взаимодействие с площадкой	Зарегистрироваться, заключить договор, создать профиль, выбрать категории товаров, выбрать вид логистики FBY, FBS, DBS, указать формат налогообложения, войти в кабинет
4.	Заполнить карточки товаров	Выбрать категорию товара, заполнить информацию о нем, загрузить фото и видео, добавить ключевые слова
5.	Продвижение товара	Использование рекламы на платформе и вне ее, использование аналитики, *самовыкуп*

Согласно рекомендациям компании Bitrix алгоритм работы на платформе имеет следующий вид (в скобках – дополнения из текста статьи) [4]:

1. Изучите маркетплейсы (выберите подходящий, в т. ч. модель поставки);
2. Выберите товар (найдите поставщиков);
3. Зарегистрируйте бизнес (юрлицо, ИП, самозанятый; налогообложение, ОКВЭД);
4. Зарегистрируйтесь на платформе;
5. Заполните профиль;
6. Настройте рекламу.

Компания «МойСклад» [5] предлагает более углубленный линейный алгоритм выхода на маркетплейс, основные этапы которого представлены следующим списком:

1. Выберите платформу;
2. Соберите аналитику по конкурентам;
3. Сделайте расчет экономических характеристик бизнеса;
4. Учтите требования к маркировке продукции;
5. Зарегистрируйтесь на платформе;
6. Упакуйте продукт, подготовьте карточку;
7. Продвигайте товар;
8. Отвечайте на отзывы покупателей;
9. Ведите учет продаж.

2. Методика исследования

Алгоритм – это последовательность действий, необходимых для выполнения определенного вида деятельности. В информатике их рекомендуют представлять в виде блок-схем. Однако инструмент этот далеко не самый удобный и сильно устаревший, хотя на него и есть действующий ГОСТ 19.701-90 [6]. Специалисты не рекомендуют его использовать [7]. Поскольку не предполагается выполнение этого алгоритма в автоматическом режиме, то нам нет смысла в таком представлении.

Для предпринимателя важно иметь описание основных блоков алгоритма, детальное описание выполнения этих блоков и чек-листа, он напоминает ему важные пункты алгоритма, которые не следует забывать в процессе деятельности. Также важно, чтобы после выполнения каждого блока алгоритма была проведена проверка полноты его выполнения.

В процессе разработки данного алгоритма использовалась следующая последовательность действий:

1. Анализ существующих алгоритмов бизнеса на маркетплейсах;
2. Формирование основных блоков алгоритма;
3. Описание видов деятельности в области маркетинга и управленческого анализа, составляющих блоки алгоритма;
4. Формирование чек-листа основных видов деятельности в рамках алгоритма.

В работе применялись следующие основные методологии и методики: системный и эмпирический подходы, операционный анализ и синтез, методы маркетинга и финансового менеджмента, контент-анализ литературы, обобщение информации, оценивание и другие. Использован 9-летний опыт работы автора на платформе Wildberries.

3. Результаты работы

На основе анализа алгоритмов, рассмотренных выше, были сформированы основные блоки алгоритма ведения бизнеса на торговой платформе, включающие в себя разнообразные виды деятельности (табл. 2).

Таблица 2

Основные блоки алгоритма ведения бизнеса на маркетплейсе

	Блок алгоритма ведения бизнеса
1.	Подготовка к началу бизнеса
2.	Подготовка поставки товара и информации о нем
3.	Реклама и отгрузка продукции на склады ответственного хранения
4.	Продажа товаров и учет
5.	Аналитика и контроль успешности бизнеса
6.	Развитие и расширение производства, диверсификация бизнеса

Далее, для проверки полноты создаваемого алгоритма, рассмотрим, какие он содержит виды деятельности по конкретным направлениям: маркетинг и лояльность потребителей, управленческий анализ и др. Это те основные виды деятельности, без которых бизнес на платформе работать не сможет.

3.1. Маркетинговые компоненты алгоритма работы бизнеса на маркетплейсе

Мы рассматриваем маркетинг как интегрирующий механизм платформенного управления [8]. Это связано с тем, что продажи (с точки зрения маркетинга) – это процесс обмена товаров и сопутствующих сервисов на оплату со стороны покупателя и его положительное отношение к покупке, которое может выражаться в различных формах уважения, коммуникации и лояльности.

Ясно, что для эффективной маркетинговой деятельности важно иметь представление о количественных характеристиках функционирования бизнеса [9], что обеспечивает управленческий анализ.

Результаты маркетинговой деятельности и управленческого анализа концентрируются в виде стратегических планов. Поскольку темп роста бизнеса в условиях торговых платформ высокий и может достигать порядка 50% в год, то возможность расширения дела возникает значительно чаще, чем в традиционных компаниях. В связи с высокими рисками бизнеса на платформах достаточно часто возникает необходимость смены сегмента рынка или диверсификации. Поэтому актуальность стратегического планирования, в том числе и маркетингового, даже в малом бизнесе на торговых платформах достаточно высока.

Большинство из рассматриваемых блоков (таблица 2) включает в себя функции маркетинга, которые будут рассмотрены ниже.

1. Подготовка к началу бизнеса. На этом этапе перед бизнесом стоит маркетинговая задача выбора товарной ниши, в которой предполагается вести бизнес. Это стандартная маркетинговая задача, применительно к предпринимательскому бизнесу. Методом мозгового штурма формулируется несколько гипотез о потенциальной нише. Далее проводится маркетинговое исследование на основе вторичных данных и наблюдений.

Затем для каждого варианта потенциальной ниши используются известные инструменты стратегического маркетинга: сегментирование и оценка сегментов, нацеливание, позиционирование и разработка ценностного предложения [10]. После выбора лучшего варианта товарного предложения и сегмента потребителей желательно предварительно оценить свои конкурентные преимущества на соответствующем рынке.

Вторая задача – выбор модели поставки: FBO/FBS/DBS. Функция поставки относится к одному из четырех элементов тактического маркетинга: 4P – product, price, place, promotion или ориентированной на клиента модели 4C – customer needs and wants, cost, convenience, communication. С точки зрения платформенного маркетинга, важно понять, какие неудобства доставит потребителю использование различных вариантов хранения товара, форм поставки или возврата через маркетплейс и как дорого это обойдется. В некоторых случаях используются комбинированные модели поставки, включая курьеров.

На этом этапе следует зарегистрировать товарный знак компании, который является истоком создания собственного бренда, поэтому к нему нужно отнестись со вниманием. Вначале желательно разработать миссию организации, что позволит целенаправленно проводить рекламную кампанию.

2. Подготовка поставки товара и информации о нем. Если предприниматель планирует использовать собственное производство, то важным компонентом деятельности является конструкторско-технологическое воплощение продукта. С точки зрения маркетинга – это, в значительной части, известная методика разработки товара (product).

Далее осуществляется производство или закупка товара. С точки зрения маркетинга, важно обеспечить качество товара, соответствующее запросам потребителя.

Решение вопросов с получением товаров дает основание для ценообразования, исходя из затрат. Рекомендуемая наценка, для ведения бизнеса на маркетплейсе, составляет 300% от себестоимости товара. Может показаться, что это много, но это далеко не так.

Рассмотрим пример. Пусть себестоимость изделия – 3800 руб., наценка – 300%, а цена продажи – 15 200 руб. Услуги платформы обойдутся в 7 600 руб., налоги – 1670 руб. (11%), постоянные расходы – 300 руб. (2%) и реклама 70 руб. В результате на прибыль и другие затраты останется 1760 руб., или 11,6%. При этом еще возможны потери на акции и т.д.

При установлении цен необходимо учесть и другие подходы, в частности – цены на аналогичные продукты конкурентов.

Если вы предлагаете инновационный продукт, адекватных аналогов которому на рынке нет, то важно определить цену, исходя из ценности продукта для потребителя.

На начальном этапе продаж информация для ценообразования будет недостаточно точной. Но на торговых платформах цены меняются регулярно, поэтому важно следить за динамикой продаж и рентабельности и своевременно корректировать цены.

Разработка фото- и видеоконтента – наиболее важный компонент этого этапа. Для начала деятельности, когда лояльных клиентов еще нет, продвижение и стимулирование сбыта являются основными двигателями бизнеса.

Продвижение на площадке маркетплейса облегчает задачу, поскольку потребитель здесь «теплый». Однако рейтинги у новичков низкие, и поэтому их продукт потребители увидят в последнюю очередь.

Важным элементом продвижения на маркетплейсе является разработка «карточек» товара, которые демонстрируются на электронной витрине. Двойственность ситуации с карточками заключается в том, что их содержание используется и как ключевые слова для поисковых систем, и как источник информации для потребителей. Нередко предприниматели отдают предпочтение количеству удачных поисковых слов.

Анализ описания женского пальто, стоящего на 1-й позиции на маркетплейсе Wildberries, по состоянию на конец марта 2026 г. показывает, что многие позиции описания неоднократно дублируются. Среди целевых сегментов указано все: «создана для ценителей комфорта и стиля… подходит и взрослым женщинам, и девушкам, подросткам, девочкам, для высоких и для невысоких… подойдёт беременным девушкам, а также для ценителей строгой офисной одежды… стиль – от современного до спортивного, в классическом стиле, а также в стиле casual».

С 2026 года WB ввел новые алгоритмы, которые наказывают продавцов за перенасыщенность ключевыми словами («переспам» в описании товара) и за нерелевантные «ключи». Однако чёткой инструкции о лимите однокоренных слов нет.

Характерно, что такой компонент продвижения, как уникальные достоинства товара, достаточно сложно применять с использованием виртуального представления.

3. Реклама и отгрузка продукции на склады ответственного хранения.

Этот этап по значительной части деятельности компании относится к маркетингу. Это запуск и ведение внутренней и внешней рекламной кампании, а также стимуляция первых выкупов.

Внутренняя рекламная кампания ведется через специальный раздел – «WB-продвижение». По состоянию на март 2026 года, в WB-продвижении существует две формы внутренней рекламы:

1. С оплатой за CPM (Cost Per Mille). Устанавливается ставка за 1000 показов продвижения, деньги списываются за количество фактических показов продвигаемой карточки.
2. Оплата за CPC (Cost Per Click). Устанавливается ставка за 1 клик, деньги списываются за количество фактических кликов по продвигаемой карточке.

Продвигать товары можно в трёх зонах показов: в поиске, каталоге и рекомендациях. Чем выше ставка, тем выше поднимается ваш товар, но и тем быстрее вы расходуете свой рекламный бюджет.

Маркетплейсы регулярно проводят акции, в период которых вводятся значительные скидки на товары. За отказ от участия в акциях алгоритмы WB пессимизируют рейтинг товара, что влечёт за собой уменьшение просмотров.

Это одна из стратегий маркетплейсов, нацеленная на минимизацию цен и захват рынка. Для продавцов это, в целом, не выгодно. Однако это позволяет решать частные задачи различных продавцов: увеличение продаж, управление остатками товаров, вывод нового товара на рынок, повышение видимости продукта и т.д.

Не исключено, что маркетплейсы используют технологию «управление на грани хаоса» [11]. Наиболее способные предприниматели, в условиях создаваемого акциями управляемого хаоса, находят потенциал для быстрого роста своего бизнеса.

Акции проводятся в привязке к различным событиям, сезонным поводам или товарным группам. Существуют «автоматические» акции, в ходе которых маркетплейс добавляет карточки в акцию без согласия продавца. В этом случае поставщик (продавец) должен оперативно обнаружить запланированную акцию, просчитать рентабельность участия в ней и своевременно скорректировать свое участие в ней частью товаров.

Участие в акциях требует хорошего знания всех их условий и четкой цели, с которой в ней участвует продавец. Опасно допустить исчерпания запаса товаров на складах и отмены заказов, что грозит понижением в поисковой выдаче.

На торговой платформе одним из показателей успешности продаж является число проданных единиц товара. Поэтому для нового товара очень важно пройти период первых продаж и отзывов и поднять свой рейтинг. Для этого необходимо стимулировать первые выкупы. Это можно сделать за счет акций, сознательно согласившись на высокие скидки или используя платную внутреннюю рекламу.

На маркетплейсах до сих пор используется такой механизм стимуляции, как «самовыкуп» товаров. Продавец «организует» самовыкупы, затем оставляет положительные отзывы на свой товар, тем самым улучшает его ранжирование. С точки зрения WB – это грубое нарушение оферты и за это грозит штраф в размере до 30% от суммы самовыкупа или полная блокировка личного кабинета.

Поэтому на смену «самовыкупам» пришла схема «раздача»:

- Производитель размещает свое предложение в профильных каналах, социальных сетях, где реальные потребители готовы купить товар;
- Производитель передает откликнувшемуся потребителю последовательность ключевых слов, для поиска необходимого товара;
- Потребитель выкупает товар, оставляет положительный отзыв;
- Производитель компенсирует потребителю стоимость товара. Сам товар остается у потребителя как подарок за услугу.

Значительная часть продавцов участвует в работе на нескольких торговых платформах. Однако рекламные кампании на разных маркетплейсах почти не влияют друг на друга, а иногда и вредят.

Внешняя реклама ведется с использованием традиционных технологий маркетинга, в основном с использованием Интернета, поэтому мы детально не будем ее затрагивать.

Однако важным является вопрос оценки соотношения эффективности внутренней и внешней рекламы и затрат на них, что можно сделать с помощью управленческого анализа.

4. Продажа товаров и учет. На этом этапе начинаются продажи товара, и со стороны маркетинга необходимо сопровождать этот процесс, в частности в работе с ответами на вопросы и отзывы. Важно вести маркетинговую статистику по вопросам удовлетворенности потребителей.

На начальном этапе работы целесообразно самостоятельно отвечать и на вопросы, и на отзывы. По мере накопления опыта и информационной базы «вопросы-ответы» можно подключать ИИ-бота, обучив его предварительно на имеющейся информационной базе «вопросы-ответы». Раздел «вопросы» необходимо рассматривать как подсказку для SEO-оптимизации, поскольку покупатель задает вопросы, ответы на которые он не может найти в предоставленной инфографике.

Раздел «отзывы» необходимо использовать как обратную связь от покупателя, причем отрицательные отзывы желательно использовать для улучшения качества продукции. Лучшие отзывы нужно использовать при продвижении.

По мере накопления отзывов желательно вносить соответствующие изменения в ассортимент и даже конструкцию товара.

Важным видом работы является участие в акционных программах. Поскольку акции проводятся достаточно часто и играют важную роль в продвижении продукта, то желательно разработать модель деятельности по акциям и подтверждать ее адекватность статистическими результатами.

Важно контролировать рейтинг товарных позиций и определить факторы, влияющие на них. Прогноз развития спроса нужно заблаговременно передавать в свою службу, занимающуюся закупками или производством товаров. При этом нужно учитывать сезонность спроса на определенные товары. Например, на рис. 1 представлен сезонный профиль выручки от продажи 3 марок пальто (AS, LJ, WV), вывод которых на рынок обеспечивал автор.

Также важно постоянно вести контроль цен по аналогии с этапом 2, имея более точные данные для ценообразования.

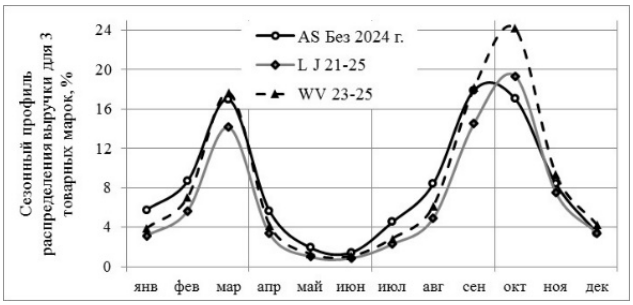


Рис. 1. Сезонный профиль относительной выручки трех марок, %

5. Аналитика и контроль успешности бизнеса.

Организация должна установить периодичность проверки успешности бизнеса. В период начала деятельности желательно проводить ее ежемесячно, а затем контрольный период можно увеличить.

Маркетинговая служба по результатам анализа отзывов, продаж и маржинальности товаров дает предложения по поддержанию и коррекции ассортиментной линейки.

Например, на рис. 2 приведена динамика выпуска пальто марок AS, LJ, WV. Первой в 2019 г. поступала в продажу марка AS. Высокий уровень роста продаж с 2020 по 2021 г. (на 60%) дал толчок к запуску второй марки – LJ, которая была не менее успешной.

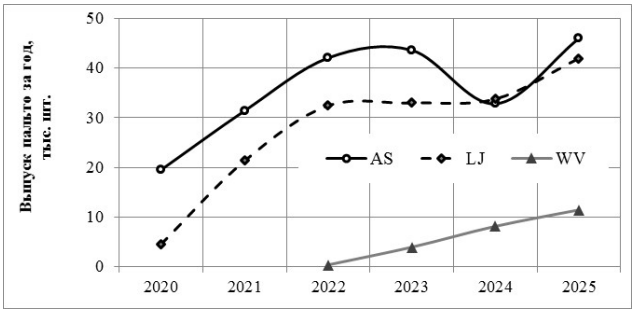


Рис. 2. Динамика выпуска пальто марок AS, LJ, WV, тыс. шт.

Падение продаж AS в 2024 г. связано со сбоем в алгоритме продаж во второй половине года. В результате этого марка LJ догнала AS. Выпуск третьей марки WV произошел в менее благоприятных внешних условиях, поэтому рост ее продаж отстал от первых примерно в 4 раза.

Также проводится коррекция системы ценообразования. По мере внедрения бизнеса в деятельность на платформе необходимо определиться с тактиками и стратегиями ценообразования.

Как отмечалось выше, участие в акциях значительно влияет на цены продаж. Для примера на рис. 3 приведена диаграмма среднемесячных

цен на пальто марки WV в 2022–2026 гг. Видно, что в 2025 г. среднемесячные цены менялись в 2,6 раза. При этом минимальные цены соответствуют сезонному периоду низких продаж. Однако и в периоды весеннего и осеннего максимумов цены отличаются на 20%.

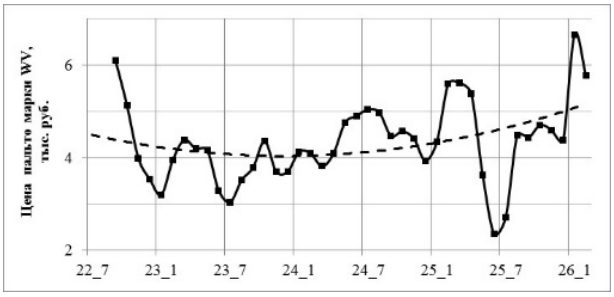


Рис. 3. Динамика цен на пальто марки WV, тыс. руб.

6. Развитие и расширение производства, диверсификация бизнеса.

На более длительных периодах времени компания должна провести пересмотр своих среднесрочных и долгосрочных планов и стратегий, с учетом факторов сезонности и географического распространения. Также принимаются решения по расширению мощностей по выпуску товаров или изменению закупочной деятельности. Точка зрения маркетинга в таком планировании должна быть одной из определяющих.

3.2. Смежные с маркетингом компоненты алгоритма бизнеса на маркетплейсе

Каждый из рассматриваемых блоков (таблица 2) включает в себя функции управленческого анализа, которые будут рассмотрены ниже.

1. Подготовка к началу бизнеса. На этом этапе перед бизнесом стоят задачи: провести аудит товарной ниши, в которой предполагается вести бизнес, выбрать платформу, систему налогообложения, а также модели поставки (FBO/FBS/DBS). Сложность решения этих задач связана с тем, что по части из них сложно получить достоверную информацию. Поэтому финансовые оценки имеют характер прогноза. По мере развития бизнеса может понадобиться вернуться к этому этапу и повторно провести соответствующий анализ.

2. Подготовка поставки товара и информации о нем. На этом этапе задачи управленческого учета связаны с закупкой или производством товаров. Необходимо сделать оценку преимуществ обоих вариантов в кратковременной и долговременной перспективе, а также оценить необходимый поток инвестиций в запас товаров до выхода бизнеса на уровень самоокупаемости. Многие предприниматели начинают бизнес с закупки товаров, что позволяет снизить риски на начальном этапе и проверить перспективность выбранной ниши и ее соответствие специфике платформы.

Далее они начинают сами производить эти товары. Однако для этого им придется решить задачу конструкторско-технологического воплощения продукта, которая также потребует расчета требуемых инвестиций. На этом этапе также решаются задачи ценообразования.

3. Реклама и отгрузка продукции на склады ответственного хранения. На этом этапе важно анализировать затраты на ведение внутренней и внешней рекламной кампании, а также стимулирование сбыта в формате, который позволит определить эффективность различных направлений продвижения. Сложную задачу представляет собой учет стоимости хранения продукции на складах платформы с учетом большого их числа, разных тарифов хранения на каждом из них, широты ассортимента продукции, обеспечения постоянного наличия товаров на складе, а также сезонного фактора.

4. Продажа товаров и учет. Данный этап является наиболее длительным, и именно в этот период формируется поток доходов и расходов. Поэтому большое значение имеет управление оперативным и достоверным учетом финансовых потоков, что в условиях работы на цифровой платформе может быть затруднено. Платформы постоянно проводят различные рекламные акции, поэтому необходимо анализировать финансовые результаты участия в них. Также необходимо поддерживать поставку товаров на склады, что влияет на рейтинг бизнеса на платформе.

5. Аналитика и контроль успешности бизнеса. Ведется анализ и коррекция цен на ассортимент продукции в условиях влияния сезонного фактора, а также воздействия платформы на цены и скидки, которые могут достигать 80%, чего никогда не бывает в офлайн-бизнесе. В связи с проблемами доведения до покупателей информации о качестве товаров через онлайн-каналы потребители переключаются на использование цены, как основного критерия выбора товаров. В этих условиях продавцы вынуждены минимизировать цены, чтобы продать товар. Поэтому для высококачественных товаров возникает риск убыточности, причем это может произойти спонтанно, в связи с влиянием платформ на цены.

6. Развитие и расширение бизнеса. Этап частично аналогичен этапу 1. Осуществляется планирование закупки или производства товаров с учетом сезонности, а также расширение мощностей по поставке товаров.

3.3. Чек-лист выхода на торговую платформу и ведения бизнеса

По результатам проведенной выше детализации основных блоков алгоритма ведения бизнеса на маркетплейсе был разработан соответствующий чек-лист, т.е. краткое напоминание тех пунктов детального алгоритма, которые нужно помнить и выполнять.

Первые 4 блока алгоритма, представленных в табл. 2, содержат по 4 группы операций, а два последних – по 2 группы. Данный алгоритм ориентирован на поставщиков, которые сами производят продукцию и по мере роста бизнеса занимаются расширением производства. Данный алгоритм был опробован на примере вывода на платформу трех товарных марок женских демисезонных пальто в 2019–2025 гг. За данный период объем производства и продажи пальто достиг уровня 100 тыс. в год, а всего продано 400 тыс. пальто.

Качество данного товара оценивается потребителями оценками 4,8–4,9, что соответствует высокому уровню 96–98%. При этом основные замечания связаны с тем, что покупатель не угадал размер или пальто в результате дефекта транспортировки пришло помятым.

Таблица 3

Чек-лист вывода товара на платформу и ведения бизнеса

№	**Группа операций**
1.	Выбор и аудит товарной ниши, в которую будет проводиться вход
2.	Выбор платформы и системы налогообложения, открытие юридического лица
3.	Выбор модели поставки: FBO/FBS/DBS
4.	Регистрация собственного товарного знака (бренда)
5.	Конструкторско-технологическое воплощение продукта
6.	Производство или закупка товара. Установление цен продажи
7.	Создание фото- и видеоконтента
8.	Создание карточек на торговой онлайн-площадке
9.	Отгрузка продукции на разные региональные склады
10.	Запуск и ведение внутренней и внешней рекламных кампаний
11.	Учет стоимости хранения продукции на складах платформы
12.	Стимуляция первых выкупов
13.	Оперативная работа по ответам на отзывы и вопросы
14.	Аналитическая деятельность по участию в акционных программах
15.	Анализ отзывов и внесение изменений в ассортимент и конструкцию товара
16.	Выстраивание производства (закупок) для поддержания рейтинга позиций
17.	Контроль над поддержанием и коррекцией ассортиментной линейки
18.	Контроль ценообразования и маржинальности
19.	Планирование производства (закупки товара), с учетом сезонности
20.	Расширение мощностей по выпуску товаров

Выводы

1. Разработано содержание видов деятельности 6 основных блоков алгоритма выхода на торговую платформу и ведения бизнеса на ней.

2. Проведен анализ функций маркетинга, которые необходимо выполнить в рамках этих 6 блоков деятельности на торговой платформе.

3. Выявлены специфические характеристики маркетинга на торговой платформе, в частности – продвижение с помощью акций.

4. Сформирован чек-лист вывода товара на платформу и ведения бизнеса, включающий 20 пунктов.

5. Проведенный анализ ценовой динамики показал, что цены на демисезонные пальто имеют ярко выраженную сезонную компоненту и снижаются в период пассивного спроса летом и глубоко зимой.

6. Количество продаж пальто трех марок женских пальто в 2025 г. достигло 100 тыс. шт., а за 6 лет продано около 400 тыс. пальто.

Литература

1. Бегин А. Статистика маркетплейсов в России. 2024. URL: https://inclient.ru/marketplaces-stats Дата обращения 23.11.2025. Дата обращения 27.11.2025

2. Сила и слабости маркетплейсов: что продавцам не нравится в торговле на онлайн-платформах. New Retail. – 2023. URL: https://new-retail.ru/business/e_commerce/sila_i_slabosti_marketpleysov_chto_prodavtsam_ne_nravitsya_v_torgovle_na_onlayn_platformakh/ Дата обращения 23.11.2025

3. Зинина О.В., Оленцова Ю.А. Разработка алгоритма работы с маркетплейсами // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2024, № 2. – С. 49–59. DOI: 10.36718/2500-1825-2024-2-49-59.

4. Хайду Н. Как начать бизнес на маркетплейсах в 2026 году. Битрикс24. – 2026. URL: https://www.bitrix24.ru/journal/biznes-na-

marketplace/?utm_medium=referral&utm_campaign=sharing&utm_medium=referral&utm_campaign=sharing Дата обращения 9.02.2026.

5. Зиновьева Н. Как производителю выйти на маркетплейсы: пошаговая инструкция и самые ходовые товары. МойСклад. – 2025. URL: https://www.moysklad.ru/poleznoe/shkola-torgovli/kak-proizvoditelyu-vyjti-na-marketpleysy/ Дата обращения 9.02.2026

6. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. ГОСТ 19.701-90. – М., Стандартинформ, 2010 (дата введения 1992 г.). – 24 с.

7. Что такое алгоритмы и какими они бывают. Skillbox Media URL: https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-algoritmy-i-kakimi-oni-byvayut/ – 2022. Дата обращения 04.04.2026.

8. Кротов Д.П. Изменение роли маркетинга в условиях развития цифровых платформ и платформенной экономики. Инновации и инвестиции, № 2, 2026. – С. 185–187.

9. Шульга В.Ю., Орехов В.Д. Закономерности роста платформенной экономики России. Экономическое развитие России. № 2, том 33, 2026. – С. 325–330.

10. Траут Джек. Новое позиционирование. – Питер, 2001.

11. Джеймс Глейк. Хаос. Создание новой науки. "Амфора", 2001 г.

Development of a business management algorithm for a digital trading platform

Shulga V.Yu.
Moscow Financial and Industrial University Synergy

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

The relevance of this work is based on the rapid growth in the number of new sellers on online platforms and the high level of their dissatisfaction with the marketing and logistics components of this work. The aim of this study is to develop a business management algorithm for a trading platform. The content of activities for six key blocks of the business management algorithm on the trading platform has been developed. An analysis of marketing functions that need to be performed within these six activity blocks has been carried out. Specific characteristics of marketing on a trading platform have been identified, particularly promotion through sales events and special offers. A checklist for launching a product on the platform and managing business operations has been created; it includes 20 items. The algorithm was tested using the example of launching three brands of women's demi-season coats onto the market between 2019 and 2025. During this period, the volume of production and sales of coats reached 100 thousand units per year, and a total of 400 thousand coats were supplied.

Keywords: digital platform, marketplace, online sales, algorithm, checklist, marketing, advertising.

References

1. Begin A. Statistics of marketplaces in Russia. – 2024. URL: https://inclient.ru/marketplaces-stats Accessed: 23.11.2025 (In Russ.)
2. Strengths and weaknesses of marketplaces: what sellers don't like about trading on online platforms. New Retail. – 2023. URL: https://new-retail.ru/business/e_commerce/sila_i_slabosti_marketpleysov_chto_prodavtsam_ne_nravitsya_v_torgovle_na_onlayn_platformakh / Accessed 11/23/2025
3. Zinina O.V., Olentsova Yu.A. Development of an algorithm for working with marketplaces // Socio-economic and Humanitarian Journal. 2024. No. 2, p. 49–59. DOI: 10.36718/2500-1825-2024-2-49-59.
4. Haidu N. How to start a marketplace business in 2026. Bitrix24. – 2026. URL: https://www.bitrix24.ru/journal/biznes-na-marketplace/?utm_medium=referral&utm_campaign=sharing&utm_medium=referral&utm_campaign=sharing Accessed 02/9/2026.
5. Zinovieva N. How a manufacturer can access marketplaces: step-by-step instructions and the most popular products. My Salary. – 2025. URL: https://www.moysklad.ru/poleznoe/shkola-torgovli/kak-proizvoditelyu-vyjti-na-marketpleysy / Date of request 02/9/2026
6. Schemes of algorithms, programs, data and systems. GOST 19.701-90. – M., Standartinform, 2010 (date of introduction 1992). – 24 p.
7. What are algorithms and what are they like? Skillbox Media URL: https://skillbox.ru/media/code/chto-takoe-algoritmy-i-kakimi-oni-byvayut/ – 2022. Accessed 04/04/2026.
8. Krotov D.P. Changing the role of marketing in the context of the development of digital platforms and the platform economy. Innovation and investment. No. 2, 2026. – P. 185–187.
9. Shulga V.U., Orekhov V.D. Patterns of growth of the Russian`s platform economy. Economic development of Russia. № 2, vol. 33, 2026. – P. 325–330.
10. Trout Jack. New positioning. – St. Petersburg, 2001.
11. James Gleick. Chaos. Creation of a new science. "Amphora" 2001

Методы оценки эффективности ESG-инициатив в корпоративном управлении

Ян Сяо
магистр, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1042248256@pfur.ru

В последние годы принципы ESG (Environmental, Social, Governance) заняли стратегическое место в корпоративном управлении, выступая ключевым инструментом оценки устойчивости и социальной ответственности компаний. Актуальность внедрения ESG-инициатив обусловлена ростом требований инвесторов, регуляторов и общества к прозрачности, этичности и долгосрочной жизнеспособности бизнеса; компании, игнорирующие эти стандарты, подвергаются повышенному репутационному и финансовому риску, снижению инвестиционной привлекательности и утрате конкурентных позиций. Цель статьи — рассмотреть методы оценки эффективности ESG-инициатив в системе корпоративного управления, проанализировать существующие подходы к измерению ESG, определить ключевые показатели эффективности (KPI) для экологических, социальных и управленческих инициатив, а также продемонстрировать их практическое применение на примере российских компаний, внедряющих ESG-стандарты. В исследовании используется комплексный подход, сочетающий качественные методы (экспертная оценка, интервью с менеджерами, аудит ESG-политик) и количественные инструменты (расчёт ESG-KPI, использование международных индексов MSCI ESG, Sustainalytics, FTSE4Good, а также финансовых метрик: ROI ESG-проектов, экономия ресурсов, снижение расходов). Практический анализ проведен на примере ПАО «Сбербанк», лидера по внедрению ESG-инициатив в российском банковском секторе; результаты показывают, что интеграция ESG-метрик в корпоративное управление способствует повышению эффективности стратегических решений, снижению негативного воздействия на окружающую среду, улучшению условий труда, укреплению корпоративной культуры и росту доверия инвесторов.

Ключевые слова: ESG, корпоративное управление, устойчивое развитие, KPI, ESG-инициативы, оценка эффективности, корпоративная социальная ответственность, стратегическое управление, финансовые показатели.

ESG (Environmental, Social, Governance) представляет собой комплексный подход к оценке устойчивости и ответственности бизнеса, объединяющий три ключевых направления: экологическое, социальное и управленческое. Экологический компонент (Environmental) включает в себя инициативы, направленные на минимизацию негативного воздействия компании на окружающую среду. К числу таких инициатив относятся снижение выбросов парниковых газов, рациональное использование ресурсов, внедрение энергосберегающих технологий, управление отходами и поддержка проектов экологической ответственности.

Социальный компонент (Social) охватывает аспекты взаимодействия компании с сотрудниками, клиентами, партнерами и обществом в целом. Основные направления включают обеспечение безопасных и равных условий труда, защиту прав сотрудников, развитие профессиональных компетенций, участие в социальных проектах, а также соблюдение принципов социальной справедливости и инклюзивности. Эти меры способствуют не только повышению лояльности работников, но и укреплению репутации компании в обществе и на рынке.

Управленческий компонент (Governance) связан с системой корпоративного управления, обеспечивающей прозрачность, ответственность и этичность бизнес-процессов. К ключевым аспектам относятся организация прозрачной структуры управления, независимый контроль совета директоров, соблюдение норм корпоративной этики, эффективное управление рисками, соблюдение законодательства и противодействие коррупции. Эффективное управление корпоративной структурой позволяет не только снижать операционные риски, но и создавать устойчивую основу для реализации стратегических целей компании.

Таким образом, интеграция всех трех компонентов ESG в деятельность организации формирует комплексный подход к устойчивому развитию, позволяющий компаниям одновременно минимизировать негативное воздействие на окружающую среду, обеспечивать социальную ответственность и совершенствовать корпоративное управление.

В современном корпоративном управлении принципы ESG играют ключевую роль в формировании стратегических решений. Внедрение ESG позволяет компаниям оценивать не только финансовые показатели, но и долгосрочные риски и возможности, связанные с экологическими и социальными аспектами деятельности. Стратегическое управление с учетом ESG ориентировано на создание устойчивой ценности для всех заинтересованных сторон — инвесторов, сотрудников, общества и государства.

ESG-инициативы влияют на процессы принятия решений на различных уровнях управления. На уровне стратегического планирования компании используют ESG-метрики для выбора приоритетных инвестиционных проектов, оценки долгосрочной устойчивости бизнеса и минимизации экологических и социальных рисков. На уровне операционного управления ESG становится инструментом оптимизации процессов, повышения эффективности использования ресурсов и улучшения условий труда.

Кроме того, интеграция ESG в корпоративное управление повышает прозрачность деятельности компании, облегчает доступ к капиталу и инвестициям, а также способствует формированию положительного имиджа на рынке. Компании, демонстрирующие высокие стандарты экологической и социальной ответственности, получают конкурентные преимущества, включая доверие инвесторов, лояльность клиентов и улучшение корпоративной репутации.

Таким образом, ESG является не просто дополнительным критерием оценки деятельности организации, а полноценной системой управления, обеспечивающей устойчивое развитие и повышение эффективности корпоративного управления в долгосрочной перспективе.

Оценка эффективности ESG-инициатив является ключевым инструментом корпоративного управления, позволяющим определить результативность внедряемых экологических, социальных и управленческих мер. Существующие методы оценки можно разделить на качественные и количественные, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Качественные методы направлены на анализ структуры корпоративного управления и внутренней практики компании, выявление сильных и слабых сторон ESG-инициатив, а также оценку восприятия инициатив заинтересованными сторонами. Основными инструментами качественной оценки являются экспертная оценка, интервью с менеджерами и аудит ESG-политик.

Экспертная оценка предполагает привлечение специалистов в области устойчивого развития и корпоративного управления для анализа текущей практики компании. Оценка проводится по заранее установленным критериям, включая эффективность управления экологическими рисками, уровень социальной ответственности и прозрачность управленческих процессов.

Интервью с менеджерами и ключевыми сотрудниками компании позволяет выявить внутренние процессы, мотивы внедрения ESG-инициатив, а также потенциальные барьеры для их реализации. Такой метод обеспечивает глубокое понимание корпоративной культуры и управленческих практик, что невозможно оценить исключительно количественными показателями.

Аудит ESG-политик представляет собой систематический анализ документов, регламентирующих деятельность компании в сфере устойчивого развития. Он позволяет выявить соответствие корпоративной политики международным стандартам и лучшим практикам, а также оценить полноту и эффективность внедряемых инициатив.

Таблица 1
Качественные методы оценки ESG-инициатив

Метод	Основная цель	Преимущества	Ограничения
Экспертная оценка	Анализ текущей практики ESG	Глубокий профессиональный взгляд	Субъективность оценки, зависимость от квалификации экспертов
Интервью с менеджерами	Выявление процессов и мотивации	Позволяет понять внутренние барьеры и успехи	Ограниченная репрезентативность, временные затраты
Аудит ESG-политик	Проверка соответствия стандартам	Формализация оценки, системный подход	Не всегда отражает фактическое внедрение практик

Количественные методы позволяют объективно измерить результативность ESG-инициатив с помощью показателей и индексов. Эти методы включают ESG-индексы, ключевые показатели эффективности (KPI) для экологических, социальных и управленческих инициатив, а также финансовые метрики влияния ESG.

ESG-индексы (MSCI ESG, Sustainalytics, FTSE4Good) предоставляют комплексные оценки компаний на основе множества критериев. Эти индексы позволяют сравнивать компании внутри отрасли и на глобальном рынке, выявлять лидеров и аутсайдеров по уровню устойчивости.

KPI для ESG измеряют результативность отдельных инициатив и подразделений. В таблице 2 приведены примеры KPI для каждого компонента ESG.

Таблица 2
Примеры KPI для ESG-инициатив

Компонент ESG	KPI	Формула / расчет
Экологический (Environmental)	Снижение выбросов CO_2	Снижение выбросов (%) = (Выбросы в базовом периоде − Текущие выбросы) ÷ Выбросы в базовом периоде × 100
	Энергоэффективность	Энергоэффективность = Произведенная продукция ÷ Потребленная энергия
Социальный (Social)	Текучесть кадров	Текучесть кадров (%) = Количество уволенных сотрудников ÷ Среднее число сотрудников за период × 100
	Удовлетворенность сотрудников	Оценка по шкале опроса (например, 1–5 баллов)
Управленческий (Governance)	Доля независимых директоров	Доля независимых директоров (%) = Число независимых директоров ÷ Общее число членов совета директоров × 100
	Прозрачность отчетности	Количество опубликованных ESG-отчетов в год

Финансовые метрики позволяют оценить экономический эффект от внедрения ESG-инициатив. Среди них наиболее часто используются: ROI проектов устойчивого развития, экономия ресурсов, снижение штрафов и операционных рисков. Формула расчета ROI ESG-проектов может быть представлена следующим образом:

$$ROI_{ESG} = \frac{\text{Фин. эффект от ESGинициатив} - \text{Инвестиции в ESG}}{\text{Инвестиции в ESG}} * 100\%$$

Экономия ресурсов может быть рассчитана как разница между затратами на ресурсы до и после внедрения ESG-инициатив:

$$\text{Экономия ресурсов} = C_{до} - C_{после}$$

Таким образом, сочетание качественных и количественных методов оценки ESG позволяет комплексно анализировать эффективность корпоративных инициатив, обеспечивая как глубокое понимание внутренних процессов, так и объективное измерение результатов, что является основой для принятия управленческих решений и стратегического планирования.

Объектом исследования в данной статье являются компании, внедряющие ESG-инициативы в своей деятельности, с целью повышения устойчивости бизнеса и соответствия современным стандартам корпоративного управления. Особое внимание уделяется компаниям, которые регулярно публикуют ESG-отчеты, интегрируют экологические и социальные программы в стратегию развития и имеют развитую систему корпоративного управления.

Предметом исследования выступают методы оценки эффективности внедряемых ESG-инициатив. Это включает как качественные методы анализа внутренней корпоративной практики, так и количественные показатели результативности проектов устойчивого развития. Особое внимание уделяется сопоставлению ESG-KPI с финансовыми и операционными результатами компании, что позволяет определить реальный эффект от реализации инициатив и их влияние на долгосрочную устойчивость бизнеса.

В качестве практического примера для анализа выбрана компания ПАО «Сбербанк», которая является лидером в банковской отрасли России по внедрению ESG-стандартов. Сбербанк активно реализует инициативы в области экологии, социальной ответственности и корпоративного управления, публикует подробные ESG-отчеты и имеет рейтинги в международных ESG-индексах (MSCI ESG, Sustainalytics). Выбор данной компании обусловлен наличием открытой и прозрачной информации, что позволяет провести комплексный анализ методов оценки эффективности ESG-инициатив.

Методология исследования основывается на совокупности качественных и количественных методов, что обеспечивает комплексный и системный подход к анализу эффективности ESG-инициатив.

Сбор данных осуществляется из открытых источников: ESG-отчетов Сбербанка, годовых отчетов компании, публикаций на официальном сайте и данных международных ESG-рейтинговых агентств, таких как MSCI ESG, Sustainalytics и FTSE4Good. Собранные данные включают показатели по экологическим инициативам (снижение выбросов, энергопотребление), социальным программам (текучесть кадров, удовлетворенность сотрудников, социальные проекты) и управленческим практикам (доля независимых директоров, прозрачность отчетности).

Анализ данных проводится через сопоставление ESG-KPI и финансовых результатов компании. Для этого используются количественные методы оценки, включая расчет ROI ESG-проектов, экономии ресурсов и изменения операционной эффективности, а также качественные методы анализа: экспертная оценка внедренных инициатив, аудит корпоративных ESG-политик и изучение внутренних процессов управления.

Сравнительный анализ (benchmarking) выполняется путем сопоставления показателей Сбербанка с аналогичными компаниями банковского сектора России и международного уровня. Это позволяет выявить сильные и слабые стороны корпоративного управления с точки зрения ESG, определить лучшие практики отрасли и оценить эффективность внедренных инициатив относительно конкурентов.

Применяемая методология обеспечивает целостную оценку ESG-инициатив компании, позволяя не только количественно измерить их эффект, но и выявить качественные аспекты влияния на корпоративное управление, устойчивость бизнеса и формирование долгосрочной ценности для заинтересованных сторон.

Практика внедрения ESG-инициатив демонстрирует значимость комплексного подхода к устойчивому развитию для повышения эффективности корпоративного управления. В качестве примера рассматривается ПАО «Сбербанк», который является одним из лидеров среди российских корпораций по интеграции ESG-принципов в стратегию бизнеса.

В экологической сфере Сбербанк реализует программы снижения выбросов углекислого газа и оптимизации потребления ресурсов. В 2023 году банк достиг снижения прямых выбросов CO_2 на 22 % и косвенных выбросов на 25 % относительно базового периода 2019 года. Доля энергии из возобновляемых источников составляет 12 % от общего потребления. Одновременно снижено потребление энергии на 6 % и воды на 12 %. Такие инициативы демонстрируют реальный вклад компании в сокращение экологического следа.

Социальные программы банка направлены на улучшение условий труда, развитие профессиональных компетенций сотрудников и поддержку социальных проектов. Среднее обучение одного сотрудника составляет 45,1 часа в год, вовлечённость сотрудников в ESG-инициативы

достигает 75 %, а благотворительные затраты составили 19,9 млрд рублей. Эти меры способствуют формированию позитивной корпоративной культуры и укреплению доверия общества.

В сфере корпоративного управления Сбербанк обеспечивает прозрачность и подотчётность. Доля независимых директоров в Наблюдательном совете составляет 50 %, созданы независимые комитеты по аудиту, кадрам, рискам и устойчивому развитию, а ESG-цели интегрированы в систему KPI руководства. Независимая проверка ESG-отчётности подтверждает её высокое качество, что отражается в высоких рейтингах агентств AK&M и «Эксперт РА».

Компании применяют как количественные, так и качественные методы оценки ESG, что позволяет комплексно измерять эффективность инициатив и их влияние на финансовые и стратегические показатели.

Для оценки эффективности внедряемых инициатив используются ключевые показатели (KPI), которые охватывают экологическую, социальную и управленческую составляющие.

Таблица 3
KPI Сбербанка по ESG (2023–2024)

Компонент ESG	KPI	Значение	Пояснение
Экологический	Снижение выбросов CO_2	−22 % (прямые), −25 % (косвенные)	Снижение выбросов относительно 2019 года
	Доля ВИЭ	12 %	Доля энергии из возобновляемых источников
	Сокращение потребления энергии	−6 %	Снижение энергозатрат относительно 2022 года
	Сокращение потребления воды	−12 %	Снижение потребления воды относительно 2022 года
Социальный	Текучесть кадров	19,2 %	Общая текучесть персонала
	Среднее обучение на сотрудника	45,1 ч	Количество часов обучения за год
	Вовлечённость сотрудников	75 %	Процент сотрудников, вовлечённых в ESG-инициативы
	Благотворительные расходы	19,9 млрд руб.	Средства, направленные на социальные проекты
Управленческий	Доля независимых директоров	50 %	Процент независимых членов совета директоров
	ESG-цели в KPI руководства	Да	Интеграция ESG-целей в систему вознаграждений
	Независимая проверка отчётности	Да	Верификация ESG-отчётности внешним аудитором

Эффективность ESG-инициатив оценивается через экономический эффект: снижение расходов на энергию и ресурсы, рост капитализации, привлечение инвестиций, а также расчёт ROI ESG-проектов.

Таблица 4
Финансовые показатели влияния ESG на Сбербанк

Показатель	Значение	Пояснение
Экономия на энергопотреблении	−6 %	Сокращение расходов за счёт энергоэффективности
Экономия воды	−12 %	Снижение расходов на воду
ROI ESG-проектов	18 %	Рассчитано как отношение финансового эффекта к инвестициям в ESG
Уровень инвесторской привлекательности	Высокий	Подтверждено рейтингами MSCI ESG и Sustainalytics
Позиции в ESG-рейтингах	RESG 1, ESG-AA+	Высшие рейтинги по качеству ESG-отчётности

Высокие показатели ESG-инициатив напрямую влияют на доверие инвесторов, формирование бренда и репутацию компании на рынке. Например, Сбербанк занимает ведущие позиции в национальных и международных ESG-рейтингах, что укрепляет его конкурентные преимущества.

Несмотря на положительные результаты, компании сталкиваются с рядом ограничений при оценке ESG:

- Разные стандарты и методики измерения. Множество международных (GRI, SASB, TCFD) и национальных стандартов создаёт трудности в сопоставлении данных между компаниями и отраслями.

- Сложность количественной оценки социальных инициатив. Социальные проекты и волонтёрская деятельность сложно измерить объективно. Например, уровень вовлечённости сотрудников или влияние благотворительных программ имеет субъективный компонент.

- Необходимость интеграции ESG-метрик в систему корпоративного управления. Для достижения реального эффекта показатели ESG должны быть связаны с бизнес-процессами, системой KPI и финансовыми результатами. Без интеграции ESG-метрики становятся формальными отчетными показателями, не влияющими на стратегические решения.

Таким образом, практика показывает, что комбинированный подход к оценке ESG (KPI, финансовые метрики, рейтинги) в сочетании с интеграцией в корпоративное управление позволяет наиболее полно измерять эффект инициатив, повышать устойчивость компании и укреплять её репутацию.

Анализ методов оценки ESG-инициатив показал, что современные компании применяют комплексный подход, включающий как количественные, так и качественные инструменты. К количественным методам относятся расчёт KPI по экологическим, социальным и управленческим направлениям, оценка финансовых показателей воздействия ESG-проектов (например, ROI ESG, экономия ресурсов, снижение расходов), а также сопоставление данных с международными и национальными рейтингами. К качественным методам относятся экспертная оценка, аудит корпоративных ESG-политик, интервью с менеджерами и анализ прозрачности управления. Сочетание этих методов позволяет наиболее полно оценить влияние ESG-инициатив на стратегические цели компании и её устойчивое развитие.

Практический анализ на примере ПАО «Сбербанк» показал, что системная оценка ESG-инициатив позволяет выявить реальные эффекты внедряемых программ и определить их вклад в повышение устойчивости бизнеса. Экологические инициативы, такие как снижение выбросов и оптимизация потребления энергии, приводят к сокращению расходов и снижению экологического следа. Социальные инициативы повышают вовлечённость персонала, укрепляют корпоративную культуру и способствуют формированию положительного имиджа компании. Эффективное корпоративное управление, включающее прозрачность, долю независимых директоров и интеграцию ESG-целей в KPI руководства, обеспечивает устойчивость стратегических решений и повышает доверие инвесторов и общества.

Результаты исследования подчеркивают, что оценка ESG-инициатив имеет стратегическое значение для корпоративного управления. Комплексная и системная оценка позволяет не только измерять эффект конкретных инициатив, но и использовать эти данные для корректировки стратегических решений, формирования долгосрочной ценности компании и повышения её конкурентоспособности. В современных условиях, когда инвесторы, регуляторы и общество предъявляют всё более высокие требования к прозрачности и устойчивости бизнеса, интеграция ESG-метрик в корпоративное управление становится ключевым фактором успеха.

На основании проведённого анализа можно дать следующие рекомендации для практиков. Во-первых, для компаний с высокой капитализацией и значительными экологическими рисками наиболее применимы количественные методы, такие как расчёт экологических KPI, ROI ESG-проектов и сопоставление с международными рейтингами. Во-вторых, для компаний, ориентированных на человеческий капитал, важно активно использовать качественные методы оценки социальных инициатив, включая опросы сотрудников, анализ вовлечённости и аудит корпоративной культуры. В-третьих, для всех компаний, независимо от сектора экономики, критически важно интегрировать ESG-метрики в систему корпоративного управления и связывать их с KPI руководства, чтобы ESG-инициативы реально влияли на стратегические решения и финансовые показатели бизнеса.

Таким образом, системная оценка ESG-инициатив представляет собой важный инструмент стратегического управления и устойчивого развития компании. Эффективное сочетание количественных и качественных методов оценки позволяет не только измерять текущую результативность программ, но и прогнозировать их долгосрочные эффекты, оптимизировать корпоративные стратегии и повышать доверие инвесторов, клиентов и общества.

Литература

1. Каплан Р., Нортон Д. Стратегическая карта: преобразование стратегии в действия / Р. Каплан, Д. Нортон. — М.: Олимп-Бизнес, 2007. — 384 с.

2. Маркус Л., Реннер Т. ESG и корпоративное управление: теория и практика / Л. Маркус, Т. Реннер. — СПб.: Питер, 2021. — 256 с.

3. Оливер, Дж. Корпоративная социальная ответственность и устойчивое развитие / Дж. Оливер. — М.: Альпина Паблишер, 2019. — 312 с.

4. Friede G., Busch T., Bassen A. ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies // Journal of Sustainable Finance & Investment. — 2015. — Vol. 5, No. 4. — P. 210–233.

5. Eccles R.G., Ioannou I., Serafeim G. The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance // Management Science. — 2014. — Vol. 60, No. 11. — P. 2835–2857.

6. MSCI ESG Ratings Methodology / MSCI Inc. — URL: https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings(дата обращения: 10.01.2026).

7. Sustainalytics ESG Ratings / Sustainalytics. — URL: https://www.sustainalytics.com/esg-ratings (дата обращения: 10.01.2026).

8. FTSE Russell. ESG Ratings Methodology / FTSE Russell. — URL: https://www.ftserussell.com/products/indices/esg (дата обращения: 10.01.2026).

9. Сбербанк. ESG-отчет 2023 / ПАО «Сбербанк». — М.: Сбербанк, 2023. — 108 с.

10. Гольдштейн Д., Черепанов С. Методы оценки ESG-показателей в корпоративном управлении / Д. Гольдштейн, С. Черепанов // Экономический журнал ВШЭ. — 2022. — № 4. — С. 45–61.

11. Ковалев А. Влияние ESG на инвестиционную привлекательность компаний / А. Ковалев // Финансовая аналитика: проблемы и решения. — 2021. — № 12. — С. 15–27.

12. Российский совет по корпоративному управлению. Рекомендации по внедрению ESG в компании России. — М.: РСКУ, 2020. — 52 с.

13. Global Reporting Initiative (GRI) Standards / GRI. — URL: https://www.globalreporting.org/standards/ (дата обращения: 10.01.2026).

Methods of assessing the effectiveness of esg initiatives in corporate governance

Yan Xiao
Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

In recent years, the ESG (Environmental, Social, Governance) principles have assumed a strategic role in corporate governance, serving as a key tool for assessing the sustainability and social responsibility of companies. The relevance of implementing ESG initiatives is driven by the growing demands of investors, regulators, and society for transparency, ethical conduct, and long-term business viability; firms that ignore these standards face increased reputational and financial risks, reduced investment attractiveness, and a loss of competitive positions. The aim of the article is to examine methods for evaluating the effectiveness of ESG initiatives within corporate governance, analyze existing approaches to ESG measurement, identify key performance indicators (KPIs) for environmental, social, and governance initiatives, and demonstrate their practical application using Russian companies that implement ESG standards as examples. The study employs a comprehensive approach combining qualitative methods (expert assessment, interviews with managers, ESG-policy audits) and quantitative tools (ESG-KPI calculation, use of international indices such as MSCI ESG, Sustainalytics, FTSE4Good, and financial metrics: ROI of ESG projects, resource savings, and cost reductions). A practical analysis is carried out using PJSC Sberbank, a leader in implementing ESG initiatives in the Russian banking sector; the results show that integrating ESG metrics into corporate governance contributes to higher effectiveness of strategic decisions, reduced negative environmental impact, improved working conditions, strengthened corporate culture, and increased investor trust.

Keywords: ESG, corporate governance, sustainable development, KPI, ESG initiatives, performance assessment, corporate social responsibility, strategic management, financial metrics.

References

1. Kaplan R., Norton D. The Strategy Map: Converting Strategy into Action / R. Kaplan, D. Norton. — Moscow: Olimp-Business, 2007. — 384 p.

2. Marcus L., Renner T. ESG and Corporate Governance: Theory and Practice / L. Marcus, T. Renner. — St. Petersburg: Piter, 2021. — 256 p.

3. Oliver J. Corporate Social Responsibility and Sustainable Development / J. Oliver. — Moscow: Alpina Publisher, 2019. — 312 p.

4. Friede G., Busch T., Bassen A. ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies // Journal of Sustainable Finance & Investment. — 2015. — Vol. 5, No. 4. — P. 210–233.

5. Eccles R.G., Ioannou I., Serafeim G. The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance // Management Science. — 2014. — Vol. 60, No. 11. — P. 2835–2857.

6. MSCI ESG Ratings Methodology / MSCI Inc. — URL: https://www.msci.com/our-solutions/esg-investing/esg-ratings (accessed: 10.01.2026).

7. Sustainalytics ESG Ratings / Sustainalytics. — URL: https://www.sustainalytics.com/esg-ratings (accessed: 10.01.2026).

8. FTSE Russell. ESG Ratings Methodology / FTSE Russell. — URL: https://www.ftserussell.com/products/indices/esg (accessed: 10.01.2026).

9. Sberbank. ESG Report 2023 / PJSC Sberbank. — Moscow: Sberbank, 2023. — 108 p.

10. Goldshtein D., Cherepanov S. Methods of assessing ESG indicators in corporate governance / D. Goldshtein, S. Cherepanov // Economic Journal of HSE. — 2022. — No. 4. — P. 45–61.

11. Kovalev A. Impact of ESG on companies' investment attractiveness / A. Kovalev // Financial Analytics: Problems and Solutions. — 2021. — No. 12. — P. 15–27.

12. Russian Union for Corporate Governance. Recommendations for Implementing ESG in Russian Companies. — Moscow: RUCG, 2020. — 52 p.

13. Global Reporting Initiative (GRI) Standards / GRI. — URL: https://www.globalreporting.org/standards/ (accessed: 10.01.2026).

Деловые игры - новый тренд в корпоративном обучении

Прохорова Светлана Викторовна
к.ю.н., доцент кафедры международного нефтегазового бизнеса, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, lana06111966@mail.ru

Глазунов Георгий Валерьевич
эксперт по развитию инновационных проектов, g.glazunov@gmail.com

Жучкова Татьяна Анатольевна
к.э.н., старший преподаватель кафедры стратегического управления топливно-энергетическим комплексом, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, tatyana.zhuchkov@mail.ru

В данной статье рассматривается набирающий популярность тренд в области корпоративного обучения – использование деловых игр. Авторы анализируют преимущества данного подхода, включая повышение вовлеченности сотрудников, развитие ключевых компетенций (например, навыков принятия решений, командной работы, стратегического мышления) и улучшение адаптации к изменяющимся бизнес-условиям. Исследуется, как деловые игры способствуют созданию практического опыта в безопасной среде, позволяя сотрудникам экспериментировать, ошибаться и учиться на своих промахах без реальных последствий для бизнеса. В статье также представлены различные типы деловых игр и рекомендации по их эффективному внедрению в корпоративные программы обучения.
Ключевые слова: корпоративное обучение, инновации в обучении, новая реальность, искусственный интеллект, Российская Федерация, стратегический рычаг бизнеса, деловые игры

В современном мире, где скорость изменений и конкуренция достигают невиданных высот, растущие и крупные компании постоянно ищут новые, более эффективные способы оперативного развития необходимых навыков сотрудников своих коллективов. В настоящий момент, среди подходов к решению указанной задачи, возможно выделить тенденцию того, что на первый план выходят деловые игры – мощный инструмент корпоративного обучения, который из нишевого решения превратился в настоящий тренд.

Суть деловых игр заключается в создании максимально приближенной к реальности, но при этом безопасной среды, где сотрудники могут оттачивать свои навыки, принимать решения и учиться на своих ошибках без риска для реального бизнеса. Конечно же, это не "игра ради игры", а тщательно продуманный процесс, который дает ощутимые быстрые результаты:

1. **Обучение через опыт.** По мнению специалистов, люди запоминают 10% того, что слышат, 20% того, что видят, и 80% того, что делают. Деловые игры дают возможность "делать".
2. Практический опыт без риска. Сотрудники могут экспериментировать, пробовать новые подходы, совершать ошибки и учиться на них в контролируемой среде. Это гораздо эффективнее, чем просто слушать лекции или читать инструкции.
3. Развитие ключевых компетенций. Деловые игры отлично подходят для развития таких важных навыков, как:

- Стратегическое мышление. Участники учатся видеть "большую картину", прогнозировать последствия своих решений и разрабатывать долгосрочные планы.
- Принятие решений. Игры ставят перед игроками сложные задачи, требующие анализа информации, оценки рисков и выбора оптимального решения.
- Командная работа и коммуникация. Многие игры предполагают совместную работу, что способствует улучшению взаимодействия между сотрудниками, развитию навыков переговоров и разрешения конфликтов.
- Лидерство. В процессе игры могут проявиться лидерские качества, а также возможность их развития.
- Управление проектами и ресурсами. Игроки учатся эффективно распределять время, бюджет и другие ресурсы компании.
- Повышение вовлеченности и мотивации сотрудников. Игровой формат делает обучение более интересным и увлекательным, что способствует лучшему усвоению материала и повышению мотивации сотрудников к развитию.
- Быстрая адаптация к изменениям. Деловые игры позволяют моделировать различные сценарии, включая кризисные ситуации, что помогает сотрудникам быть готовыми к неожиданным вызовам.
- Оценка потенциала сотрудников. Игры дают возможность наблюдать за поведением сотрудников в различных ситуациях, выявлять их сильные и слабые стороны, а также оценивать их потенциал для карьерного роста, принимать необходимые кадровые решения.

По мнению специалистов, мы можем видеть корни деловых игр, которые уходят глубоко в историю, к военным играм. Еще в древности полководцы использовали макеты местности и фигурки для отработки тактик и стратегий. Однако по-настоящему систематизированный подход к военным играм появился в Пруссии в начале XIX века. Барон фон Райзвиц-старший разработал первую формализованную военную игру, известную как "Kriegsspiel" (Кригшпиль). Она использовала карты, кубики и детальные правила для симуляции боевых действий. Целью было обучение офицеров принятию решений в условиях неопределенности и стресса. Кригшпиль быстро распространился по другим армиям мира, включая США, где он был внедрен в военных академиях. Эти игры были невероятно ценны для подготовки командиров, позволяя им "проживать" различные сценарии без реальных потерь.

Идея создания «симуляционных» сложных систем для обучения и принятия решений постепенно начала проникать из военной сферы в гражданскую. Ярким примеров здесь может служить опыт Соединенных штатов. Одним из первых, кто применил принципы военных игр к экономическим процессам, был Университет Гарварда. Здесь начали разрабатываться симуляции для обучения студентов бизнес-школ управленческим навыкам. Эти ранние игры были довольно простыми, но заложили основу для будущих разработок.

Настоящий прорыв произошел в Американской ассоциации менеджмента (American Management Association, AMA). В 1956 году они представили одну из первых широко известных деловых игр – "Top Management Decision Game". Эта игра была разработана для обучения руководителей высшего звена принятию стратегических решений в условиях конкуренции. Она имитировала рынок, где несколько команд управляли виртуальными компаниями, принимая решения о ценах, производстве, маркетинге и инвестициях.

Постепенно деловые игры стали неотъемлемой частью корпоративного обучения и развития по всему миру. С развитием компьютеров деловые игры стали значительно сложнее и реалистичнее. Появились компьютерные симуляции, позволяющие обрабатывать огромные объемы данных и моделировать более сложные экономические и управленческие процессы. Практически каждая крупная корпорация, от IT-гигантов до финансовых учреждений, использует деловые игры.

Таким образом, мы можем отметить, что путь деловых игр – это увлекательная история трансформации от военных стратегий на картах до сложных компьютерных симуляций, ставших незаменимым инструментом в арсенале современного бизнеса. Мы предлагаем более подробно остановиться на том, какова современная ситуация на рынке деловых игр, каковы основные тенденции и направления их применения и развития.

Мировой бизнес активно использует деловые игры уже много лет. Приведем несколько ярких примеров, которые повлияли на развитие данной индустрии. "The Beer Game" (Пивная игра) - одна из самых известных и старых деловых игр, разработанная в MIT. Она моделирует цепочку поставок и демонстрирует, как ошибки в коммуникации и принятии решений на одном этапе могут привести к катастрофическим последствиям для всей системы (эффект кнута). Эта игра до сих пор активно используется для обучения менеджеров по логистике и управлению цепочками поставок. "SimCity" (и его корпоративные версии) - изначально это была развлекательная игра для широкой аудитории, ее принципы легли в основу многих корпоративных симуляторов. Компании создают свои версии, где сотрудники управляют виртуальными городами или предприятиями, принимая решения по развитию инфраструктуры, экономики, экологии и социальной сферы. "Business Strategy Game" (BSG) - данная игра позволяет участникам управлять виртуальной компанией, конкурируя с другими командами. Они принимают решения по производству, маркетингу, ценообразованию, исследованиям и разработкам, стремясь максимизировать прибыль и долю рынка. "Escape Rooms" (Квест-комнаты - изначально не были созданы для корпоративного обучения, их популярность привела к появлению специализированных корпоративных версий. Эти игры отлично развивают командную работу, решение проблем, логику и коммуникацию в условиях ограниченного времени. "Project Management Simulations" - Существует множество симуляторов, которые позволяют участникам пройти через весь жизненный цикл проекта, от планирования до завершения, сталкиваясь с типичными проблемами и принимая решения по управлению ресурсами, рисками и сроками.

Многие ведущие мировые компании успешно интегрировали деловые игры в свои программы обучения. IBM, один из старейших и крупнейших технологических гигантов, активно использует деловые игры на протяжении десятилетий. IBM разработала множество симуляций для своих продавцов. Например, игра "Sales Challenge" позволяет менеджерам по продажам практиковаться в переговорах с виртуальными клиентами, отрабатывать возражения, строить стратегии продаж для различных продуктов и рынков. Указанное помогает сократить время адаптации новых сотрудников и повысить эффективность продаж. По некоторым внутренним данным, использование таких симуляций сокращает время на обучение новых продавцов на 20-30% и увеличивает их производительность в первые месяцы работы на 10-15%. Для менеджеров среднего и высшего звена IBM использует игры, имитирующие управление проектами, кризисные ситуации и стратегическое планирование. Например, игра "Project Management Simulation" позволяет участникам управлять виртуальным проектом, распределять ресурсы, решать конфликты и укладываться в сроки и бюджет. IBM также применяет геймификацию в рамках своих программ по дизайн-мышлению, где команды используют игровые элементы для генерации идей, прототипирования и тестирования новых продуктов и услуг.

Deloitte, одна из "большой четверки" аудиторских и консалтинговых компаний, активно внедряет деловые игры для обучения своих сотрудников, особенно молодых специалистов. "Audit Challenge": Это симуляция, которая погружает молодых аудиторов в реалистичные сценарии аудита. Участники должны анализировать финансовые отчеты, выявлять потенциальные риски, принимать решения о выборке и взаимодействовать с виртуальными клиентами. Игра помогает им понять сложности реальной работы, развить аналитические навыки и научиться работать в команде. По отзывам, это ускоряет процесс адаптации новых сотрудников на 15-20.

Как мы уже отмечали выше, рынок деловых игр, еще сравнительно недавно нишевый, сегодня переживает существенный подъем. Компании все чаще осознают ценность интерактивных симуляций для обучения, развития персонала и даже стратегического планирования. И, как на любом растущем рынке, здесь уже сформировались свои гиганты – крупные игроки, которые задают тон, определяют тренды и предлагают самые масштабные и инновационные решения.

Многие крупные консалтинговые компании активно осваивают рынок деловых игр. Для них указанное является естественным продолжением их основной деятельности. Данные компании уже обладают глубокой экспертизой в различных отраслях, понимают бизнес-процессы и потребности клиентов.

McKinsey, BCG, Deloitte, PwC, EY и другие компании "большой четверки" и их конкуренты часто разрабатывают кастомизированные деловые игры для своих клиентов. Эти игры могут быть частью более широких консалтинговых проектов, направленных на трансформацию бизнеса, развитие лидерства или внедрение новых стратегий. Глубокое понимание бизнеса, возможность интегрировать игру в комплексные решения, доступ к обширной базе знаний и экспертов. Игры по управлению проектами, симуляции кризисных ситуаций, тренинги по принятию стратегических решений, игры по развитию навыков продаж или переговоров.

Помимо консалтинговых гигантов, существуют крупные компании, которые специализируются исключительно на разработке и проведении деловых игр. Они являются экспертами в геймификации, педагогическом дизайне и создании увлекательных и эффективных обучающих симуляций.

Celemi (Швеция) - один из старейших и наиболее известных игроков на рынке, предлагающий широкий спектр готовых и кастомизированных игр по стратегическому менеджменту, финансам, управлению проектами и другим областям. Их игры отличаются глубокой проработкой и реалистичностью.

The Fresh Connection (Нидерланды) - мировой лидер в симуляциях по управлению цепочками поставок. Их игра используется в ведущих бизнес-школах и компаниях по всему миру.

Cesim (Финляндия) - предлагает широкий портфель бизнес-симуляций для высшего образования и корпоративного обучения, охватывающих различные функциональные области бизнеса.

Harvard Business Publishing (США) - это не только разработчик игр, их кейсы и симуляции широко используются в бизнес-образовании и корпоративном обучении, часто в партнерстве с другими компаниями. Глубокая экспертиза в гейм-дизайне и методологии обучения, широкий выбор готовых решений, возможность кастомизации под конкретные задачи. Игры по управлению проектами, симуляции кризисных ситуаций, тренинги по принятию стратегических решений, игры по развитию навыков продаж или переговоров.

С развитием технологий и повсеместным распространением интернета, мир обучения претерпел колоссальные изменения. Если раньше мы представляли себе учебу как нечто скучное, требующее усидчивости и зубрежки, то сегодня IT-гиганты и инновационные платформы доказывают обратное: **обучение может быть увлекательным, интерактивным и даже игровым.** Мы не просто читаем учебник, а погружаемся в виртуальную лабораторию, где можете проводить эксперименты, не боясь что-то сломать. Или изучаем иностранный язык, общаясь с искусственным интеллектом, который подстраивается под ваш уровень и интересы.

Это уже не далеко идущие планы, а реальность, созданная благодаря усилиям таких компаний, как Google, Microsoft, Apple, а также специализированных образовательных платформ вроде Coursera, edX, Khan Academy и многих других.

Российский рынок деловых игр и бизнес-симуляций для корпоративного обучения продолжает активно развиваться, предлагая компаниям всё более изощренные и эффективные инструменты для развития персонала. В 2024-2025 годах мы наблюдаем четкое разделение игроков на рынке, где одни предлагают готовые, "коробочные" решения, а другие специализируются на разработке уникальных симуляций под конкретные задачи заказчика.

Сегодня на российском рынке деловых игр можно выделить несколько ключевых сегментов провайдеров:

- **Крупные интеграторы и консалтинговые компании.** Эти игроки часто предлагают комплексные решения, включающие не только

разработку или адаптацию бизнес-симуляций, но и полное сопровождение процесса обучения, оценку результатов и интеграцию с другими HR-процессами. Их сильная сторона – глубокое понимание бизнес-процессов клиента и способность создавать масштабные проекты.

Примеры: Компании, специализирующиеся на организационном развитии, стратегическом консалтинге, а также крупные IT-интеграторы, расширяющие свои продуктовые линейки. Часто они работают с крупными корпорациями и государственными структурами.

- **Специализированные разработчики бизнес-симуляций.** Это компании, чья основная экспертиза сосредоточена именно на создании и внедрении деловых игр. Они могут предлагать, как собственные платформы для разработки симуляций, так и услуги по созданию игр "с нуля".

Примеры: Компании, которые фокусируются на геймификации обучения, разработке интерактивных сценариев и создании реалистичных бизнес-среды в рамках симуляций. Они могут предлагать как готовые модули для различных отраслей, так и полностью кастомизированные решения.

- **Платформы для самостоятельной разработки (DIY).** Некоторые провайдеры предлагают инструменты и платформы, позволяющие самим компаниям создавать или адаптировать простые деловые игры и квесты. Это более бюджетный вариант, подходящий для небольших компаний или для решения узкоспециализированных задач.

Примеры: Онлайн-конструкторы, позволяющие создавать интерактивные сценарии, викторины и простые симуляции без глубоких технических знаний.

Рынок деловых игр в России находится под влиянием нескольких ключевых тенденций:

1. **Рост спроса на реалистичность и погружение.** Компании всё чаще ищут симуляции, которые максимально точно отражают реальные бизнес-процессы и вызовы, с которыми сталкиваются сотрудники. Это позволяет им принимать более обоснованные решения в безопасной среде. По нашим оценкам, доля проектов с высокой степенью реалистичности и погружения выросла на **15-20%** за последние два года. **Примеры:** симуляции, имитирующие управление производственным предприятием с учетом логистики, закупок, производства и продаж; игры, моделирующие работу розничной сети с управлением ассортиментом, ценообразованием и маркетинговыми кампаниями; симуляции для развития навыков переговоров и продаж в условиях конкуренции.

2. **Фокус на развитии конкретных компетенций.** Вместо общих бизнес-симуляций, компании всё чаще заказывают игры, направленные на развитие конкретных навыков: лидерство, управление командой, принятие решений в условиях неопределенности, стратегическое мышление, клиентоориентированность. Запросы на симуляции, направленные на развитие **мягких навыков (soft skills)**, увеличились на **25%. Примеры:** деловая игра "Лидерский вызов", где участники принимают решения в кризисных ситуациях, управляя командой; симуляция "Мастер переговоров", позволяющая отработать различные тактики и стратегии ведения переговоров; игра "Клиентский сервис", моделирующая различные сценарии взаимодействия с клиентами.

3. Интеграция с цифровыми платформами и геймификация. Деловые игры всё чаще интегрируются в корпоративные LMS (Learning Management Systems) и другие цифровые платформы обучения. Геймификация (использование игровых механик в неигровом контексте) становится мощным инструментом для повышения вовлеченности, мотивации и эффективности обучения.

Эта тенденция не просто дань моде, а стратегический шаг, обусловленный рядом факторов:

- Доступность и масштабируемость: Цифровые платформы позволяют проводить деловые игры для сотен и даже тысяч сотрудников одновременно, независимо от их географического положения. Например, крупная международная компания с 50 000 сотрудников может запустить симуляцию управления проектами для всех своих менеджеров среднего звена, что было бы практически невозможно в офлайн-формате.

- Персонализация обучения: Интеграция с LMS позволяет адаптировать сценарии игр под индивидуальные потребности каждого участника. Системы могут отслеживать прогресс, выявлять слабые места и предлагать дополнительные модули или задания. Например, если сотрудник постоянно испытывает трудности с принятием решений в условиях неопределенности, система может предложить ему серию мини-игр, направленных на развитие именно этого навыка.

- Сбор и анализ данных: Цифровые платформы собирают огромный объем данных о поведении участников в игре: сколько времени они потратили на решение задачи, какие решения принимали, как взаимодействовали с другими игроками. Эти данные затем анализируются для выявления общих тенденций, оценки эффективности обучения и корректировки программ. Например, HR-отдел может обнаружить, что 70% новых сотрудников испытывают трудности с пониманием корпоративной этики, основываясь на их поведении в симуляции "Взаимодействие с клиентами".

- Повышение вовлеченности через геймификацию:

  - Баллы, значки и таблицы лидеров: Эти элементы создают соревновательный дух и мотивируют участников достигать лучших результатов. Например, в симуляции продаж сотрудники могут зарабатывать баллы за каждую успешную сделку, получать "значки" за освоение новых продуктов и видеть свое место в "таблице лидеров" по региону. Исследования показывают, что использование таких элементов может увеличить вовлеченность в обучение на 30-50%.

  - Прогресс-бары и уровни: Визуализация прогресса помогает участникам видеть, как далеко они продвинулись, и стимулирует их продолжать обучение. Например, в игре по развитию лидерских качеств сотрудник может "прокачивать" свои навыки, переходя с "уровня новичка" на "уровень эксперта", открывая новые возможности и сценарии.

  - Сюжетные линии и квесты: Превращение обучения в увлекательное приключение с четкой целью и наградами значительно повышает интерес. Например, вместо скучного курса по кибербезопасности, сотрудники могут участвовать в "квесте по спасению компании от хакерской атаки", где каждое правильное действие приближает их к победе.

  - Виртуальные награды и валюта: Возможность "покупать" виртуальные предметы, открывать новые возможности или даже обменивать виртуальную валюту на реальные бонусы (например, дополнительный выходной или мерч компании) создает дополнительную мотивацию.

Рынок деловых игр и бизнес-обучения в России активно развивается, предлагая компаниям и частным лицам широкий спектр инструментов для развития компетенций, стратегического планирования и повышения эффективности.

Среди множества игроков можно выделить несколько ключевых компаний, которые не только занимают лидирующие позиции, но и активно формируют тренды, предлагая инновационные решения.

1. "Бизнес-Системы" (Business Systems). По оценкам экспертов, годовой оборот компании в сегменте деловых игр и бизнес-обучения может достигать 1,5-2 миллиардов рублей.

Примеры проектов:

- "Стратегический прорыв". Комплексная программа для топ-менеджмента крупного ритейлера (например, X5 Group), направленная на разработку и внедрение новой стратегии развития сети. Включает в себя несколько модулей: от анализа рынка и конкурентов до формирования дорожной карты, и оценки рисков.
- "Управление изменениями". Тренинг для среднего звена управления в крупной производственной компании (например, "Северсталь"), помогающий сотрудникам адаптироваться к новым технологиям и процессам, повысить эффективность взаимодействия между отделами.
- "Лидерство в эпоху цифровизации". Программа для руководителей IT-компаний (например, "Яндекс"), фокусирующаяся на развитии навыков управления распределенными командами, внедрении agile-методологий и использовании искусственного интеллекта в бизнес-процессах.

Компания известна своим системным подходом, глубокой проработкой методологий и индивидуальным подходом к каждому клиенту. Активно использует собственные разработки и адаптирует мировые практики.

2. "ЭКОПСИ Консалтинг". Оборот: Оценивается в пределах 1-1,5 миллиарда рублей в сегменте бизнес-обучения и развития.

Примеры проектов:

- "Центры оценки и развития". Проведение комплексной оценки компетенций для сотрудников крупного банка (например, Сбербанк) с использованием различных инструментов: от кейсов и деловых игр до интервью по компетенциям. Позволяет выявить потенциал сотрудников и сформировать индивидуальные планы развития.
- "Развитие управленческих компетенций". Серия тренингов для руководителей среднего звена в телекоммуникационной компании (например, МТС), направленных на улучшение навыков делегирования, мотивации команды, обратной связи и разрешения конфликтов.
- "Командообразование и синергия". Программа для проектных команд в строительной компании (например, ПИК), направленная на повышение эффективности взаимодействия, улучшение коммуникации и достижение общих целей.

"ЭКОПСИ" специализируется на психометрических инструментах, оценке персонала и развитии лидерских качеств. Их программы часто включают элементы коучинга и менторинга.

3. "CBSD/Центр развития бизнеса". По оценкам, оборот составляет 700-900 миллионов рублей в год.

Примеры проектов:

- "Продажи 2.0". Интенсивный тренинг для менеджеров по продажам в фармацевтической компании (например, "Р-Фарм"), сфокусированный на освоении новых техник продаж, работе с возражениями и построении долгосрочных отношений с клиентами.
- "Эффективные переговоры". Мастер-класс для юристов и руководителей отделов закупок в крупной промышленной компании (например, "Газпром"), направленный на развитие навыков убеждения, аргументации и достижения взаимовыгодных соглашений.
- "Управление проектами по PRINCE2/PMP". Сертификационные курсы для проектных менеджеров в IT-компаниях и государственных структурах, позволяющие получить международные сертификаты и повысить квалификацию.

CBSD известен своими практическими тренингами, ориентированными на конкретные бизнес-задачи. Они активно используют интерактивные форматы и кейсы из реальной практики.

4. "SRC (Системы Развития Кадров)". Оборот оценивается в 500-700 миллионов рублей.

Примеры проектов:

- "Клиентоориентированный сервис". Программа для сотрудников фронт-офиса в гостиничной сети (например, Azimut Hotels), направленная на повышение качества обслуживания, работу с жалобами и создание позитивного клиентского опыта.
- "Тайм-менеджмент и личная эффективность". Тренинг для офисных сотрудников и руководителей среднего звена в любой компании, помогающий оптимизировать рабочее время, расставлять приоритеты и справляться со стрессом.
- "Наставничество и развитие молодых специалистов". Программа для опытных сотрудников в энергетической компании (например, "Роснефть"), обучающая их эффективному наставничеству и передаче знаний молодым специалистам.

SRC предлагает широкий спектр программ, охватывающих все ключевые аспекты развития персонала – от базовых навыков до специализированных компетенций.

В настоящей статье, мы затронули основную часть аспектов, дающую нам понимание того, как развивался и рос мировой рынок деловых игр, в качестве инструмента корпоративного обучения.

Для нас важно понимание того, как будет развиваться отечественный рынок в указанных сферах. Исходя из сказанного выше, мы можем сделать выводы, на которых подробнее остановимся ниже.

Рынок деловых игр и корпоративного обучения в России демонстрирует устойчивый рост, подкрепленный как глобальными трендами, так и специфическими потребностями отечественного бизнеса. Пандемия COVID-19, несмотря на первоначальные трудности, ускорила цифровую трансформацию, сделав дистанционные форматы обучения и развития персонала не просто альтернативой, а полноценной нормой. Компании осознали, что инвестиции в человеческий капитал – это ключевой фактор конкурентоспособности.

Эксперты прогнозируют, что в ближайшие годы рынок корпоративного обучения в России продолжит расти. По данным различных аналитических агентств, его объем может увеличиться на 10-15% ежегодно. На это влияют несколько факторов: во-первых, постоянная необходимость адаптации сотрудников к новым технологиям и методам работы; во-вторых, растущая потребность в развитии "мягких навыков" (soft skills), таких как командная работа, лидерство, коммуникация; в-третьих, тренд на повышение вовлеченности и лояльности персонала, что напрямую связано с возможностями для роста и обучения.

Деловые игры как инструмент корпоративного обучения занимают в этом тренде особую нишу. Они позволяют в безопасной, но максимально приближенной к реальности среде отработать сложные навыки, принять нестандартные решения, протестировать стратегии и получить мгновенную обратную связь. Например, крупный ритейлер может использовать симуляционную игру для обучения менеджеров магазинов управлению запасами и работе с персоналом. IT-компания – для развития навыков проектного менеджмента у своих команд. Финансовая организация – для отработки скриптов продаж и антикризисного управления.

Привлекательность деловых игр заключается в их интерактивности и геймификации. Сотрудники с большим энтузиазмом вовлекаются в процесс, когда игра носит соревновательный или приключенческий характер.

Это повышает усвояемость материала, способствует формированию командного духа и развивает критическое мышление. На рынке уже представлены как готовые коробочные решения, так и платформы для создания индивидуальных сценариев, что делает этот инструмент доступным для компаний любого размера.

Таким образом, динамичное развитие технологий, растущее понимание ценности человеческого капитала и активное внедрение интерактивных форматов обучения создают прочный фундамент для дальнейшего роста рынка деловых игр и корпоративного обучения в России.

Это перспективное направление, которое будет играть все более значимую роль в формировании успешных и конкурентоспособных команд.

Литература

1. **Иванов А. А.** Деловые игры как инструмент развития управленческих компетенций // Вестник Московского университета. Серия 23: Социология и политология. – 2022. – № 3. – С. 112–128.
2. **Петрова Ю. В., Сидоров Н. М.** Методика разработки и проведения деловых игр в современных корпорациях: учебное пособие. – Москва: Инфра-М, 2021. – 180 с.
3. **Кузнецов В. П.** Применение инновационных методов в корпоративном обучении: роль деловых игр // Современные тенденции в образовании и науке. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2023. – С. 45–49.
4. **Смирнова Е. К.** Деловые игры в подготовке специалистов: монография. – Санкт-Петербург: Питер, 2020. – 256 с.
5. **Чернова Л. Н.** Бизнес-симуляции и деловые игры в стратегическом менеджменте // Экономика и управление. – 2022. – № 5. – С. 78–85.

Business games – a new trend in corporate training

Prokhorova S.V., Glazunov G.V., Zhuchkova T.A.
National University of Oil and Gas «Gubkin University»

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article examines the growing trend in corporate training – the use of business games. The authors analyze the advantages of this approach, including increased employee engagement, the development of key competencies (such as decision-making, teamwork, and strategic thinking skills), and improved adaptability to changing business environments. The study explores how business games facilitate the creation of practical experience in a safe environment, allowing employees to experiment, make mistakes, and learn from their shortcomings without real business consequences. The article also presents various types of business games and recommendations for their effective implementation in corporate training programs.

Keywords: corporate training, innovation in training, new reality, artificial intelligence, Russian Federation, strategic business lever, business games

References

1. **Ivanov A. A.** Business games as a tool for developing managerial competencies // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Sotsiologiya i politologiya. – 2022. – No. 3. – P. 112–128.
2. **Petrova Yu. V., Sidorov N. M.** Methodology for developing and conducting business games in modern corporations: a textbook. – Moscow: Infra-M, 2021. – 180 p.
3. **Kuznetsov V. P.** Application of innovative methods in corporate training: the role of business games // Modern trends in education and science. Collection of scientific papers based on the results of the international scientific and practical conference. – Tambov: Publishing House of TSTU, 2023. – P. 45–49.
4. **Smirnova E. K.** Business games in specialist training: monograph. – Saint Petersburg: Piter, 2020. – 256 p.
5. **Chernova L. N.** Business simulations and business games in strategic management // Ekonomika i upravleniye. – 2022. – No. 5. – P. 78–85.

Современные подходы к изучению проблем использования ИИ для обеспечения продовольственной безопасности страны

Логвинов Даниил Владимирович
аспирант, Университет Правительства Москвы, Logvinov_daniel@mail.ru

Обеспечение продовольственной безопасности является многоаспектной проблемой. В современных условиях наиболее актуально исследование возможности использования технологий ИИ для решения проблемы голода и качества питания. На основе анализа современных научных подходов, прежде всего, в зарубежной научной литературе автор выделил пять основных направлений исследований. Системный и критический анализ в статье позволил сделать выводы о необходимости в практической деятельности учитывать научные зарубежные наработки и развивать собственное государственное регулирование, включая законодательную базу. Кроме того, обращено внимание на выстраивание управления инфраструктурой по обеспечению продовольственной безопасности с помощью ИИ.
Ключевые слова: продовольственная безопасность, ИИ, цифровизация, сельское хозяйство, экономическая политика

Технологии ИИ по своей сути не являются чем-то новым и уже имеют свою историю развития и применения. Однако, сегодня ИИ стал предметом всеобщего обсуждения и предметом интереса компаний (инвестирование и апробация на практике) и государства (регулирование, включение в план-развития). Тренд на введение ИИ и использование его с другими передовыми технологиями (наноматериалы, робототехника и др.) имеет признаки формирования устойчивого и долгосрочного характера. Данный фактор приводит по своей сути к формированию нового спроса на навыки и компетенции. Создает основу для новых ожиданий от общества: в глазах общественности ИИ еще выглядит отчужденным и вызывает скепсис ввиду того, что явление новое, далеко не все знают его базовые принципы работы и что он активно внедряется не только в нематериальных секторах (социальные сети, услуги, поисковые системы, помощники, боты и многие другие), но и уже в реальном производстве. Данные факторы обуславливают высокую ответственность перед населением особенно поскольку речь идет о крайне важной сфере обеспечения продовольственной безопасности страны.

На данный момент еще досконально не известны экономические показатели внедрения ИИ в сельском хозяйстве. Вопросы вызывают период окупаемости, расход ресурсов, каковы альтернативные издержки, каково влияние на трудовые ресурсы. Вариативность моделей ИИ также представляет собой не только интерес, но и проблему их эффективности.

Цифровизация в сельском хозяйстве происходит в нескольких измерениях: роботизация и использование дронов, а также других аппаратных средств физически на фермах с целью снижения физического труда человека; использование программного обеспечения с целью преобразования данных для упрощения их анализа [6]. При этом сегодня идет тенденция на использование технологий не только для автоматизации и цифровизации рутинных задач, но и задач, требующих творческого созидательного подхода. Данный вектор затронет также и обеспечение продовольственной безопасности. Важным станет вопрос допустимых границах и регулирования ИИ, ответственного инвестирования и защиты прав разных категорий. Также мы можем говорить, что современный этап цифровизации сельскохозяйственной отрасли характеризуется как созданием универсальных решений, так и решений под конкретную ситуацию.

Основные термины, характеризующие цифровизацию сельского хозяйства:

Цифровизация сельского хозяйства - использование передовых технологий для повышения эффективности, продуктивности и устойчивости сельскохозяйственной деятельности. В рамках такой цифровизации происходит оцифровка и обмен информацией о состоянии этапов производства продовольствия.

Цифровое сельское хозяйство (E-agriculture) – улучшение предоставления сельскохозяйственных услуг посредством передачи улучшения информации с помощью интернета и других передовых цифровых технологий. Цифровое сельское хозяйство включает в себя концептуализацию, проектирование, разработку, оценку и применение новых инновационных способов использования, существующих и зарождающихся ИКТ.

Умное сельское хозяйство – это такой этап развития сельского хозяйства, который характеризуется активным использованием информационных и коммуникационных технологий в кибер-физическом цикле аграрного управления [11]. В отличии от точного земледелия, которое берет только переменные непосредственно с поля, умное сельское хозяйство является продолжением точного земледелия.

Точное земледелие – основанная на информации и технологиях систему управления сельским хозяйством, которая идентифицирует, анализирует почву и управляет ею с точки зрения пространственной и временной изменчивости в пределах угодий для достижения максимальной прибыльности, устойчивости и защиты окружающей среды.

Мультитехнологическая скоординированная система (Multi-technology collaborative system) – подход, в основе которого лежит идея, что технологическая основа сельскохозяйственной отрасли — это не просто набор разрозненных технологий; они интегрированы и скоординированы для формирования мульти технологической системы, которая улучшает всю цепочку сельскохозяйственного производства [2].

Современные подходы к ИИ в сельском хозяйстве можно свести к следующим:

Первый подход: ИИ в сельском хозяйстве абсолютно необходим [3, 15]. Выгоды, которое несет в себе управление сельским хозяйством и обеспечение продовольственной безопасности является естественным процессом развития отрасли ввиду того, что участники стремятся к максимизации полезности.

Продовольственная безопасность и ее обеспечение являются крайне актуальными ввиду ограниченности ресурсов и тренда на увеличение численности населения.

Традиционные методы обеспечения продовольственной безопасности необходимо обновить и усовершенствовать, технологии ИИ имеют перспективы закрыть уязвимые места и улучшить положение уязвимых групп населения.

Идет мощнейшее развитие науки и знаний и других отраслей, что является не просто фоном для сельского хозяйства, но и источником поступлений новых идей, решений, навыков.

Наиболее встречающийся в научной литературе взгляд, делается сильный акцент на практическом применении ИИ технологиях и выгодах от них [9].

Второй подход состоит в усилии по повышению осведомленности общества, то есть потребителей, агрокомпаний, регуляторов и других заинтересованных сторон рисках ИИ в сельском хозяйстве [4,17]. Особенно остро стоит вопрос ответственности за использование ИИ, а также кому принадлежат интеллектуальные права: вопросы прав владения над данными и алгоритмами, копирайта, товарными знаками и др. Отдельно обсуждается проблема риска негативного влияния ИИ на автономность аграриев [7]. Иной риск состоит в том, что в попытках максимальной максимизации выгоды с помощью ИИ, а также превращение всех составляющих сельского хозяйства в данные, будут упущены основные принципы продовольственной безопасности, что в итоге создаст неблагоприятные условия для незащищенных групп населения. Остается также вопрос безопасности, атаки на инфраструктуру продовольствия, в которой используется ИИ чревато серьезными последствиями. Также при стремительном развитии ИИ технологий является традиционным вопросом кто больше всех выиграет в гонке, а кто останется позади. ИИ способно сильно изменить положение участников на рынке продовольствия, усилив разрыв между крупными и мелкими аграриями.

Третий подход состоит в повышении устойчивости ведения сельского хозяйства. ИИ может и должно быть интегрировано с целью повышения устойчивости отрасли. Оно также способно сделать менеджмент сельского хозяйства более ответственным, а всю систему создания продовольствия более прозрачной [8].

Четвертая точка зрения заключается в выявлении и управлении рисками, которые могут возникнуть при внедрении ИИ для обеспечения продовольственной безопасности [13]. Исследования в данном направлении особенно важны ввиду пока отсутствия однозначного понимания последствий от внедрения ИИ моделей. Неопределенность касается не только самой продовольственной отрасли, но и глобального тренда на гонку ИИ, стратегий ведущих компаний, поставляющих ИИ решения и компаний, производящих оборудование и компоненты. Предлагаются разные способы управления рисками при использовании ИИ в сельскохозяйственной отрасли. К ним относятся: привлечение опытных специалистов аграриев при разработке ИИ моделей, внедрение мер безопасности данных и доступа к ним, следование стандартам и правилам поведения, использование новых ИИ технологий сначала на отдельных участках и анализ эффектов, соблюдение обще этических норм и правил, следование концепции – человек превыше всего (в центре всего).

Пятая точка зрения. ИИ мощнейший инструмент не только по обеспечению продовольственной безопасности, но и минимизации рисков, вызванных климатом [1].

Нормативное регулирование ИИ в продовольственной сфере лишь один из способов государственной политики, направленной на минимизацию рисков и угроз ИИ в данной сфере. Однако, данный способ по всей видимости не сможет стать всеобъемлющим и оперативным ввиду временных и трудовых затрат на создание законопроекта, способного точечно решить конкретные проблемы, разработать сценарии ответов на угрозы. Например, принципы и рекомендации ОЭСР, на которые взяли обязательства следовать почти 50 стран имеют общий характер (и не затрагивают отраслевую специфику).

Важность государственного регулирования ИИ в сфере продовольственной безопасности (как комплекс мер, не только с нормативной точки зрения) заключается в специфике отрасли и ее важности как составной экономической безопасности страны. Риски и угрозы, вызванные ИИ особенно тяжело лягут на экономическое и социальное благополучие населения, в том числе уязвимых групп. При этом полностью отказываться от передовых технологий тоже нельзя ввиду тех преимуществ, которые они несут для решения проблем по обеспечению продовольственной безопасности страны. Ключевыми аспектами и чувствительными зонами ответственности по регулированию являются:

создание равных условий между участниками рынка продовольствия;

недопущение дискриминации потребителя;

борьба с дезинформацией и мошенничеством по отношению к потребителю;

защита данных участников;

повышение прозрачности;

защита интеллектуальных прав;

противодействие сбору личных данных, на которые не было дано согласие (пример в продовольственной сфере – право на собственное изображение, которое может быть нарушено если фото или видео человека создается сельхоз оборудованием при помощи компьютерного зрения) и другие.

Уже есть примеры исследований, затрагивающих важность полноты и верности данных для этического использования ИИ при создании рекомендаций диеты [12].

Остро стоит вопрос смогут ли регуляторы вовремя реагировать на те вызовы, которые будут возникать в правовой среде по мере развития технологий ИИ.

По мере изучения ИИ формируются инициативы по регулированию ИИ в сфере продовольствия.

ФАО и ВТО: использование ИИ в процессе производства продовольствия должны включать в себя прозрачность данных, отслеживаемость автоматизированных решений и контроль со стороны человека. Также важно оценивать продовольственные системы с точки зрения этического и социального воздействия.

Стандарт ISO/IEC 23894:2023, в котором даны рекомендацию по управлению рисками в области ИИ. В стандарте описаны принципы, на которых следует строить управление ИИ системой, специфика рисков ИИ (быстропрогрессирующий характер, непрозрачности, а именно проблема «черного ящика» моделей, объяснимости и другие).

Европейское агентство по безопасности продуктов питания EFSA выделяет принципы управлением ИИ. Особенностью является выделение такой концепции как готовность данных (data readiness), которое в контексте ИИ имеет временный и адаптивный характер, требующий постоянной переоценки.

Пример регулирования со **стороны платформ**. Платформа Hugging Face (обмен моделями и наборами данных пользователями) внедрило такую меру как карты наборов данных (dataset cards), которые информируют о лицензировании, происхождении и предполагаемом использовании набора данных. Другой мерой является огражденные наборы данных (gated datasets), которое подразумевает, что доступ к данным будет выдан владельцем только после того потенциальный пользователей предоставит необходимую информацию (например, свои контактные данные) владельцу данных. В целом, наблюдается позитивный эффект от следования правил и рекомендаций, установленных самим сообществом [16].

В своем докладе, посвященному вопросом регулирования ИИ в сельском хозяйстве, ОЭСР предлагает широкий спектр принципов и мер регулирования ИИ. К ним относятся: правила поведения (code of conduct), стандартные условия контракта (standard contract terms), технические инструменты (technical tools), повышение осведомления (raising awareness) [10].

Правила поведения – рекомендации для участников экосистемы, в центре которой ИИ. Распределены роли между участниками, а именно владельцами данных и пользователями. Данный способ регулирования подразумевает набор устойчивых терминов и определений. Сюда также относятся такие меры как контроль (регистрация, правила для прозрачности и документации).

Стандартные условия контракта – решение вопросов правого поля. Заинтересованные стороны могут их использовать как отправную точку для согласования взаимодействия.

Технические инструменты – используются для защиты интеллектуальных прав, управлением правообладателями доступа к своим данным.

Повышение осведомления – необходимо проинформировать владельцев информации как они могут защищать свои интеллектуальные права, какие существуют конкретные меры защиты. Также они могут повышать осведомленность пользователей информации и алгоритмов для более ответственного использования. Также нужно повышать осведомленность участников экосистемы в части ролей и обязанностей.

Регулирование в ЕС. Закон об искусственном интеллекте (European Union Artificial Intelligence Act). Данный акт предлагает риск-ориентированный подход к проблеме ИИ и предлагает широкий спектр

риск категорий. Также данный акт является частью более широкой стратегии регулирования ИИ наряду с другими инициативами. Однако, исследование показывает, что данный риск-ориентированный подход, предложенный в данном акте, нужно применять с поправкой специфики рисков продовольственной безопасности [14]. Например, согласно акту, системы искусственного интеллекта, которые применяются для управления инфраструктурой продовольственной безопасности не относятся к высокорискованным, что является оспоримым утверждением ввиду критически важной роли благо устойчивости продовольственной системы. В целом, данный акт выглядит интересным с точки зрения построения риск-ориентированного подхода к управлению систем на основе искусственного интеллекта.

Исходя из зарубежной практики регулирования (которое включает, как и обязательные нормы, так и рекомендации, правила) стоит отметить, что многие инициативы пересекаются в части базовых принципов функционирования систем ИИ. Однако, стоит отметить, что даже несмотря на формирование детальных и широких норм и положений, все равно нужен подход, который берет отраслевую специфику. В данном случае речь идет о продовольственной безопасности, которая по своей сути уже включает в себя высокие риски, требует учета большого количества факторов, прогнозирования влияния на человеческое здоровье и окружающую среду. Поэтому в дальнейшем стоит ожидать мер государственной политики (законодательно актов в том числе), которые будут точечно ориентированы именно на внедрение и применение ИИ (систем ИИ) в продовольственной сфере.

Одним из частных аспектов регулирования также является вопрос изображений людей и зданий, которые создаются в процессе получения данных компьютерным зрением с помощью тракторов и оборудования (при этом данные изображения могут быть получены случайно ввиду того, что люди оказались рядом с местом работы оборудования, собирающего информацию об окружающей среде). С правовой точки зрения идет речь о праве на свое изображение и создания набора данных, который соответствует законодательству и не нарушает данное право. Уже разработана модель нейронной сети, целью которой является создание соответствующих законом данных путем обнаружения изображений людей, которые являются юридическим нарушением и с последующей модификацией данных, которые после обработки могут использоваться без нарушений [5].

Данный пример показывает, что несмотря на то, что законодательно на данный момент затруднительно поспевать за технологическими инновациями, сами компании (и пользователи) могут со своей стороны предпринимать необходимые меры, чтобы использование ИИ, данных для тренировок моделей, интерпретация данных было ответственным и прозрачным. Однако, даже в ситуации, когда игроки такой системы готовы действовать исходя из наилучших побуждений, все равно будут ситуации, когда чьи-либо интересы будут нарушены или будут возникать споры в части ответственности, прав собственности, прав доступа, выгод только для одних и ограничения для других. Поэтому регулирование ИИ (особенно в чувствительных отраслях, к которым также относится сельское хозяйство) будет предметом широкого дискуса и анализа разных практик (ввиду фундаментальных юридических подходов различных стран и регионов).

Исследования использования ИИ в сфере продовольственной безопасности ставят практические проблемы:

противодействие введению в заблуждение потребителя с помощью ИИ в пищевой сфере, фабрикации новостей о продуктах питания с помощью ИИ;

вопрос ответственности использования ИИ для недобросовестной конкуренции в пищевой сфере;

задачу управления инфраструктурой по обеспечению продовольственной безопасности с помощью ИИ;

закрепление функционала при создании и функционировании инфраструктуры по обеспечению продовольственной безопасности с помощью ИИ;

правовой режим интеллектуальной собственности;

необходимость создания новых маркировок и/или этикеток, отражающих, что при производстве продовольствия были задействованы технологии ИИ;

соотношения использования ИИ наряду с другими передовыми технологиями (нано-технологиями) при производстве продовольствия;

градацию практик по использованию ИИ при обеспечении продовольственной безопасности на такие как запрещенные, ограниченные, допустимые, безопасные и иные;

Вопрос использования ИИ в продовольственной сфере и соответственно государственные меры, направленные на обеспечение продовольственной безопасности, стоит рассматривать комплексно, не игнорируя какой-либо из перечисленных подходов. Ведь только понимая специфику производства продовольствия, концепцию устойчивого управления сельским хозяйством и перспективы передовых технологий одновременно с управлением сопутствующих рисков можно говорить о переходе на новый качественный этап обеспечения продовольственной безопасности. ИИ выступит не просто инструментом для снижения издержек на отдельных этапах, а будет интегрирован в комплексную систему, которая будет отвечать и принципам продовольственной безопасности и другим, таким как этическим, устойчивого развития, общечеловеческим и другим принципам

В России существуют хорошие предпосылки для совершенствования государственной экономической политики по обеспечению продовольственной безопасности с помощью ИИ: закрепление важности использования ИИ в сельском хозяйстве на высшем уровне, в том числе в стратегиях по цифровизации, дорожных картах; заинтересованность государства и частного бизнеса в внедрении инноваций в отрасли.

Литература

1. Bhairo, Patricia & Maharaj, Rohanie. (2025). Harnessing artificial intelligence for food security in a changing climate. Discover Food. 5. 10.1007/s44187-025-00609-x.

2. Fahui Yuan, Ricardo Ospina, Anand Babu Perumal, Noboru Noguchi, Yong He, Yufei Liu (2025). Smart agriculture in Asia, Plant Communications, vol. 6, Issue 7, 2025, 101377, ISSN 2590-3462, https://doi.org/10.1016/j.xplc.2025.101377. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590346225001397)

3. Federico Pallottino, Simona Violino, Simone Figorilli, Catello Pane, Jacopo Aguzzi, Giacomo Colle, Eugenio Nerio Nemmi, Alessandro Montaghi, Damianos Chatzievangelou, Francesca Antonucci, Lavinia Moscovini, Alessandro Mei, Corrado Costa, Luciano Ortenzi (2025). Applications and perspectives of Generative Artificial Intelligence in agriculture,Computers and Electronics in Agriculture, vol 230,2025,109919,ISSN 0168-1699,https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.109919.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169925000250)

4. Hampel, György & Fabulya, Zoltán. (2024). The Risks of AI in Agriculture. Analecta Technica Szegedinensia. 18. 32-44. 10.14232/analecta.2024.4.32-44.

5. Kruse Niklas, Schöning Julius (2024). Legal conform data sets for yard tractors and robots: AI-based law compliance check on the right to one's image, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 223, 2024, 109106, ISSN 0168-1699, https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109106. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169924004976)

6. Langemeier M., Boehlje M (2021). Automation and Robotics in Production Agriculture, Farmdoc daily. 2021, vol. 11. Art. 57.

7. Mallinger, K.; Baeza-Yates, R. (2024). Responsible AI in Farming: A Multi-Criteria Framework for Sustainable Technology Design. Appl. Sci. 2024, vol 14, 437. https://doi.org/10.3390/app14010437

8. Mana A.A., Allouhi A., Hamrani A., Rehman, S. I. el Jamaoui, Jayachandran K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices, Smart Agricultural Technology, vol. 7, 2024, 100416, ISSN 2772-3755, https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375524000212)

9. Nazish Aijaz, He Lan, Tausif Raza, Muhammad Yaqub, Rashid Iqbal, Muhammad Salman Pathan (2025). Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability // Journal of Agriculture and Food Research, vol 20,2025,101762,ISSN 2666-1543,https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154325001334)

10. OECD (2025), "Intellectual property issues in artificial intelligence trained on scraped data", OECD Artificial Intelligence Papers, vol. 33, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/d5241a23-en.

11. Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw, Marc-Jeroen Bogaardt (2017). Big Data in Smart Farming – A review, Agricultural Systems, vol. 153, 2017, Pages 69-80, ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023.

12. Thomas, D.M., Kleinberg, S., Brown, A.W. et al. (2022). Machine learning modeling practices to support the principles of AI and ethics in nutrition research. Nutr. Diabetes 12, vol. 48, 2022. https://doi.org/10.1038/s41387-022-00226-y

13. Tzachor, A., Devare, M., King B. et al. (2022). Responsible artificial intelligence in agriculture requires systemic understanding of risks and externalities. Nat Mach Intell, vol. 2022, 104–109. https://doi.org/10.1038/s42256-022-00440-4

14. Val IL (2025). The EU AI Act and the Food System: How the European Union Ai Act Applies to Agrifood. European Journal of Risk Regulation. Published online 2025:1-21. doi:10.1017/err.2025.10058.

15. Vardhan, Peddi & Badavath, Akhila & Srivalli, Pulla. (2025). Artificial intelligence and its applications in agriculture: A review. Environment Conservation Journal, vol. 26. 274-280. 10.36953/ECJ.28802904.

16. Yang X., Liang W., Zou J. (2024). Navigating dataset documentations in AI: A large-scale analysis of dataset cards on hugging face //arXiv preprint arXiv:2401.13822. – 2024.

17. Yansong Gao, Seyit A. Camtepe, Nazatul Haque Sultan, Hang Thanh Bui, Arash Mahboubi, Hamed Aboutorab, Michael Bewong, Rafiqul Islam, Md Zahidul Islam, Aufeef Chauhan, Praveen Gauravaram, Dineshkumar Singh (2024). Security threats to agricultural artificial intelligence: Position and perspective,Computers and Electronics in Agriculture, vol. 227, 2024, Part 1,2024,109557,ISSN 0168-1699,https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109557.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169924009487)

Modern approaches to studying the problems of using AI to ensure the country's food security

Logvinov D.V.
Moscow Government University

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

Food security insurance is a multilayered problem. In modern conditions, the most relevant research is the possibility of using AI technologies to solve the problem of hunger and food quality. Based on the analysis of modern scientific approaches, primarily in foreign scientific literature, the author has identified five main areas of research. A systematic and critical analysis in the article results in conclusions about the need to take into account foreign scientific developments and develop our own state regulation, including the legislative framework. In addition, attention was paid to building infrastructure management to ensure food security with the help of AI.

Keywords: food security, AI, digitalization, agriculture, economic policy

References

1. Bhairo, Patricia & Maharaj, Rohanie. (2025). Harnessing artificial intelligence for food security in a changing climate. Discover Food. 5. 10.1007/s44187-025-00609-x.
2. Fahui Yuan, Ricardo Ospina, Anand Babu Perumal, Noboru Noguchi, Yong He, Yufei Liu (2025). Smart agriculture in Asia, Plant Communications, vol. 6, Issue 7, 2025, 101377, ISSN 2590-3462, https://doi.org/10.1016/j.xplc.2025.101377. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590346225001397)
3. Federico Pallottino, Simona Violino, Simone Figorilli, Catello Pane, Jacopo Aguzzi, Giacomo Colle, Eugenio Nerio Nemmi, Alessandro Montaghi, Damianos Chatzievangelou, Francesca Antonucci, Lavinia Moscovini, Alessandro Mei, Corrado Costa, Luciano Ortenzi (2025). Applications and perspectives of Generative Artificial Intelligence in agriculture,Computers and Electronics in Agriculture, vol 230,2025,109919,ISSN 0168-1699,https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.109919.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169925000250)
4. Hampel, György & Fabulya, Zoltán. (2024). The Risks of AI in Agriculture. Analecta Technica Szegedinensia. 18. 32-44. 10.14232/analecta.2024.4.32-44.
5. Kruse Niklas, Schöning Julius (2024). Legal conform data sets for yard tractors and robots: AI-based law compliance check on the right to one's image, Computers and Electronics in Agriculture, Volume 223, 2024, 109106, ISSN 0168-1699, https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109106. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169924004976)
6. Langemeier M., Boehlje M (2021). Automation and Robotics in Production Agriculture, Farmdoc daily. 2021, vol. 11. Art. 57.
7. Mallinger, K.; Baeza-Yates, R. (2024). Responsible AI in Farming: A Multi-Criteria Framework for Sustainable Technology Design. Appl. Sci. 2024, vol 14, 437. https://doi.org/10.3390/app14010437
8. Mana A.A., Allouhi A., Hamrani A., Rehman, S. I. el Jamaoui, Jayachandran K. (2024). Sustainable AI-based production agriculture: Exploring AI applications and implications in agricultural practices, Smart Agricultural Technology, vol. 7, 2024, 100416, ISSN 2772-3755, https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100416. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772375524000212)
9. Nazish Aijaz, He Lan, Tausif Raza, Muhammad Yaqub, Rashid Iqbal, Muhammad Salman Pathan (2025). Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability // Journal of Agriculture and Food Research, vol 20,2025,101762,ISSN 2666-1543,https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666154325001334)
10. OECD (2025), "Intellectual property issues in artificial intelligence trained on scraped data", OECD Artificial Intelligence Papers, vol. 33, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/d5241a23-en.
11. Sjaak Wolfert, Lan Ge, Cor Verdouw, Marc-Jeroen Bogaardt (2017). Big Data in Smart Farming – A review, Agricultural Systems, vol. 153, 2017, Pages 69-80, ISSN 0308-521X, https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023.
12. Thomas, D.M., Kleinberg, S., Brown, A.W. et al. (2022). Machine learning modeling practices to support the principles of AI and ethics in nutrition research. Nutr. Diabetes 12, vol. 48, 2022. https://doi.org/10.1038/s41387-022-00226-y
13. Tzachor, A., Devare, M., King B. et al. (2022). Responsible artificial intelligence in agriculture requires systemic understanding of risks and externalities. Nat Mach Intell, vol. 2022, 104–109. https://doi.org/10.1038/s42256-022-00440-4
14. Val IL (2025). The EU AI Act and the Food System: How the European Union Ai Act Applies to Agrifood. European Journal of Risk Regulation. Published online 2025:1-21. doi:10.1017/err.2025.10058.
15. Vardhan, Peddi & Badavath, Akhila & Srivalli, Pulla. (2025). Artificial intelligence and its applications in agriculture: A review. Environment Conservation Journal, vol. 26. 274-280. 10.36953/ECJ.28802904.
16. Yang X., Liang W., Zou J. (2024). Navigating dataset documentations in AI: A large-scale analysis of dataset cards on hugging face //arXiv preprint arXiv:2401.13822. – 2024.
17. Yansong Gao, Seyit A. Camtepe, Nazatul Haque Sultan, Hang Thanh Bui, Arash Mahboubi, Hamed Aboutorab, Michael Bewong, Rafiqul Islam, Md Zahidul Islam, Aufeef Chauhan, Praveen Gauravaram, Dineshkumar Singh (2024). Security threats to agricultural artificial intelligence: Position and perspective,Computers and Electronics in Agriculture, vol. 227, 2024, Part 1,2024,109557,ISSN 0168-1699,https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109557.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169924009487)

Пути повышения эффективности работы асфальтобетонного завода

Никитаев Максим Михайлович
заместитель директора, Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Автомобильные дороги», mn@inbox.ru

В данной статье рассматриваются пути повышения эффективности работы асфальтобетонного завода с позиций системного подхода. Повышение эффективности работы асфальтобетонного завода — это многогранный процесс, затрагивающий различные аспекты производственной деятельности. Модернизация оборудования, оптимизация технологических процессов, эффективное управление сырьевыми материалами, подготовка персонала и экологические инициативы могут значительно повысить общую продуктивность завода и качество производимого асфальтобетона. Внедрение новых технологий и методов управления добавляет дополнительные преимущества, позволяя заводу оставаться конкурентоспособным и рентабельным в условиях современного рынка. Реализация этих мероприятий позволяет не только увеличить производительность и снизить затраты, но и улучшить качество конечного продукта, укрепить позиции на рынке и обеспечить устойчивое развитие бизнеса, создать более позитивную и безопасную рабочую среду для сотрудников. Особое внимание уделяется экологической составляющей, энергосбережению и повышению уровня автоматизации производственных процессов. Рассмотрены основные направления повышения эффективности работы АБЗ, показано, какие технические и организационные решения дают максимальный эффект. Приведен пример определения экономического эффекта от модернизации АБЗ.

Ключевые слова: асфальтобетонный завод, автоматизация, модернизация, энергосбережение, эффективность

Введение

Качество выпускаемого асфальта напрямую влияет на долговечность дорог, безопасность и комфорт движения. Современные требования к качеству дорожного покрытия и ужесточение экологических норм требуют постоянного совершенствования технологий производства асфальтобетона [1]. Повышение эффективности работы асфальтобетонных заводов (АБЗ) является актуальной задачей, поскольку позволяет снизить себестоимость продукции, повысить производительность труда, сократить сроки строительства и ремонта дорог, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду [2].

Многие АБЗ работают с устаревшим оборудованием и системами управления, что приводит к повышенному расходу топлива и электроэнергии, нестабильности качества смеси, неполному использованию мощности, высоким эксплуатационным расходам и простоям. Рост объемов дорожного строительства и необходимость поддержания высокого качества дорожных покрытий обусловливают потребность в постоянном совершенствовании технологий производства асфальтобетона. Современный рынок требует высококачественного продукта, способного выдерживать интенсивные нагрузки и неблагоприятные климатические условия. Это ставит перед производителями асфальта ряд задач, среди которых выделяются повышение энергоэффективности, снижение выбросов вредных веществ и отходов, улучшение технологических характеристик готовой продукции.

Кроме того, постоянно растущие объемы дорожно-строительных работ предъявляют повышенные требования к срокам исполнения контрактов, что вызывает необходимость увеличения пропускной способности предприятий и снижения операционных затрат. Повышение рентабельности производства становится возможным благодаря оптимизации логистических схем поставок сырья, модернизации технологического оборудования и применению инновационных решений в области управления качеством.

Несмотря на значительное продвижение в области инноваций и модернизаций, отрасль сталкивается с рядом проблем, препятствующих дальнейшему развитию [3]. Среди основных препятствий выделяют недостаточную квалификацию персонала, устаревшие производственные мощности, высокие транспортные расходы, дефицит качественного сырья и сложность адаптации отечественных производителей к международным стандартам качества.

Перспективные направления дальнейшего роста включают разработку новых форматов взаимодействия поставщиков и потребителей, создание совместных исследовательских центров, проведение комплексных мероприятий по обучению сотрудников и популяризацию опыта лучших практик зарубежных компаний. Таким образом, проблема повышения эффективности работы асфальтобетонных заводов приобретает особую значимость в условиях быстро развивающегося рынка дорожной инфраструктуры и современных требований к долговечности и надежности дорожного покрытия.

Модели и методы

АБЗ обеспечивают производство асфальтобетона для различных дорожно-строительных проектов. Основными источниками неэффективности работы АБЗ являются:

1. Сушильный барабан и горелка (перерасход топлива из-за плохой теплоизоляции, некорректного регулирования горения, избытка воздуха).
2. Узлы дозирования (неточные дозаторы приводят к нарушению рецептуры, перерасходу вяжущего, браку).
3. Смеситель (износ лопастей и обшивки приводит к ухудшению перемешивания, увеличению времени цикла, а отложения и налипание материала к нестабильной массе замеса).
4. Система управления (устаревшие или частично ручные схемы управления приводят к неточности дозирования, длительным переходным режимам).
5. Организация работы (простои из-за несвоевременной поставки материалов, несогласованности с транспортом и объектами).

Для оценки эффективности АБЗ используются следующие основные показатели [4]: производительность по готовой смеси, V, т/час, годовая выработка, V_{sum}, тыс. т/год, расход топлива на 1 т смеси, L, л/т, расход электроэнергии, r, кВт·ч/т, удельная себестоимость смеси, S, руб/т, доля брака и переделки, B, % и коэффициент использования установленной

мощности (K): $K = V/V_{norm}$, где V_{norm}- нормативная производительность АБЗ.

Существуют внешние и внутренние факторы, влияющие на финансовое состояние АБЗ (Рисунок 1).

Рисунок 1. Факторы, влияющие на эффективность работы АБЗ и его финансовое состояние

Влияние внешних факторов весьма существенно, но в данной статье рассматриваются только внутренние факторы, позволяющие существенно улучшить эффективность функционирования АБЗ.

Операционные факторы определяют ежедневную эффективность работы АБЗ и предусматривают оптимизацию производственных процессов (внедрение LEAN-методик (бережливое производство), использование АСУ ТП и MES-систем для автоматизации, точное планирование загрузки оборудования, быстрая переналадка и профилактика, оптимизация доставки сырья и оперативный вывоз готовой продукции). Использование современного оборудования и технологий и систем контроля качества снижают уровень текущих затрат.

Обучение сотрудников современным методам, стимулирование бережливого отношения к ресурсам и работа по внутренним стандартам безопасности позволяет повысить качество производственного менеджмента.

Инвестиции в модернизацию обеспечивают долгосрочные конкурентные преимущества. Кроме того, внедрение технологий рециклинга (RAP), энергоэффективных систем отопления, теплоизоляции и повторного использования тепла помогает сократить производственные затраты.

Финансовые факторы связаны с обеспечением устойчивой прибыли и развития АБЗ. Жёсткий контроль закупочных цен сырья, ГСМ и энергоресурсов, а также анализ структуры себестоимости (АВС-анализ) позволяют снизить издержки производства, повысить эффективность финансовой стратегии и структуры активов. Эффективное планирование поступлений и платежей и оптимизация оборотного капитала (запасы, кредиты поставщиков) повышает эффективность управления денежными потоками. С целью повышения эффективности финансового менеджмента целесообразно использовать диверсификацию доходов (расширение спектра продукции, приобретение новых технологий и оборудования), а также стороннее финансирование за счет госпрограмм, льготного кредитования, грантов и участия инвесторов [5, 6].

Эффективное управление АБЗ требует комплексного подхода, включающего в себя множество аспектов, от оптимизации процессов до внедрения новых технологий. Каждый из этих элементов в совокупности может повысить эффективность производства, улучшить качество продукции и обеспечить долгосрочное развитие бизнеса.

Результаты

С целью сокращения издержек производства и повышения эффективности функционирования АБЗ рекомендуются следующие мероприятия по совершенствованию факторов, влияющих на эффективность работы АБЗ и его финансовое состояние:

1. Модернизация оборудования. Современные АБЗ оснащены автоматизированными системами управления, которые позволяют оптимизировать процессы смешивания и подбора компонентов. Установка новых смесителей, сушилок и других машин может увеличить производительность завода и улучшить однородность конечного продукта при одновременном снижении энергозатрат благодаря более эффективной работе оборудования и повышении качества продукта за счет более точного контроля процессов. Снижение энергозатрат за счет установки современных горелок (с автоматическим регулированием коэффициента избытка воздуха, многоступенчатой подачей топлива) за счет увеличения КПД горения и эффективности теплообмена. Высокопроизводительные смесители, автоматизированные системы дозирования и взвешивания обеспечивают точное соблюдение рецептуры и снижают количество брака. Использование новейших видов техники позволяет существенно ускорить технологический цикл и повысить надежность эксплуатации оборудования.

2. **Оптимизация технологии производства** за счет внедрения методов «бережливого производства» (Lean Manufacturing) для минимизации потерь и оптимизации логистики позволяет минимизировать время ожидания и максимально упростить процессы за счет реорганизации рабочего пространства и маршрутов перемещения материалов, повысить производительность труда и качество на всех этапах производственного процесса. Проведение плановой профилактики смесителя, транспортеров, дозаторов, вибродиагностики подшипников, контроль температуры и токов двигателей, быстрая замена оснастки для минимизации остановок снижает незапланированные простои и увеличивает коэффициент использования установленной мощности.

3. **Оптимизация организационной структуры** путем сокращения излишних структурных подразделений с сохранением эффективно работающих специалистов. Организационная структура большинства АБЗ имеет горизонтальную форму с большим количеством отделов и подотделов, тормозящих принцип оперативного принятия решений, что приводит к потере данным предприятием конкурентных преимуществ.

4. **Эффективное управление материалами** за счет внедрения систем автоматического дозирования (АСУ ТП) для минимизации перерасхода битума, щебня и добавок. Проведение лабораторного контроля для точного подбора рецептур, чтобы не перерасходовать дорогие компоненты. Подбор гранулометрического состава минеральной части для минимизации расхода битума при обеспечении требуемых механических характеристик. Важно правильно планировать закупки и хранение материалов, чтобы избежать их перерасхода и потерь с использованием SCADA- систем и ERP-систем для управления запасами и планирования производственных процессов.

5. **Экологическая эффективность процессов** играет важную роль в повышении конкурентоспособности предприятия. Внедрение экологически чистых технологий, минимизация отходов производства, сокращение выбросов парниковых газов расширяют возможности участия в тендерах на государственные контракты. Соблюдение экологических стандартов помогает избежать штрафов и способствует лучшему взаимодействию с государственными органами. Снижение выбросов за счёт применения современных фильтров, переработка отходов и уменьшение их объема может сократить влияние производства на окружающую среду.

6. **Интеграция новых технологий,** которые позволяют контролировать весь производственный процесс, начиная от подготовки исходных материалов и заканчивая отгрузкой готового асфальта потребителям. Применение цифровых технологий сокращает потери ресурсов, повышает точность соблюдения технологических режимов и снижает влияние человеческого фактора на качество продукции [7]. Развитие технологий в сфере автоматизации и искусственного интеллекта открывает новые возможности для повышения эффективности производства. Установки, которые используют системы мониторинга и анализа данных, могут прогнозировать сбои в работе, оптимизировать производственные процессы и сокращать время простоя [8, 9].

7. **Повышение квалификации сотрудников** непосредственно влияет на эффективность работы АБЗ. Инвестиции в обучение и развитие персонала становятся важной стратегией в достижении высоких результатов. Развитие компетенций и обучение сотрудников являются необходимыми для поддержания конкурентоспособности на рынке. Внедрение программ постоянного обучения и повышения квалификации позволяет работникам адаптироваться к изменениям в технологиях и процессах.

8. Оптимизация цепочек поставок является важным фактором для успешной работы АБЗ. Обеспечение бесперебойной поставки сырья и оптимизация транспортных потоков помогают избежать задержек в производстве. Для оптимизации логистики нужно минимизировать затраты и время на доставку материалов, использовать современные технологии контроля передвижения грузов. Оптимизировать запасы сырья и готовой продукции, чтобы избежать избыточных запасов и возможных непредвиденных ситуаций.

9. Внедрение системы управления качеством помогает стандартизировать процессы, улучшать продукцию и минимизировать брак. Стандарты качества помогают лучше управлять изменениями в процессе

производства и повышают его эффективность. Сокращение потерь и брака за счет усиления внутреннего контроля качества, чтобы исключить переделки и списания, обучения персонала правильной работе с новым оборудованием и технологиями.

10. Безопасность труда на рабочем месте также является неотъемлемой частью эффективного управления АБЗ. С этой целью необходимо создать безопасную физическую среду и обеспечить сотрудников необходимыми средствами защиты, контролировать соблюдение норм и правил, что способствует уменьшению несчастных случаев и повышению общей эффективности работы и уменьшает зависимость от узкоспециализированных работников.

11. Мониторинг и оценка результатов внедренных стратегий и решений позволяет корректировать действия компании и адаптироваться к изменениям на рынке. Важно установить ключевые показатели эффективности (KPI), которые помогут измерять успехи в области устойчивого развития, производительности и социальной ответственности. Сбор и анализ данных о производственных процессах и результатах помогает понять, какие методы работают лучше всего, а какие требуют доработки. Регулярная обратная связь от сотрудников и клиентов также может способствовать улучшению процессов. Компании должны проводить независимые аудиты, чтобы оценить свои усилия по устойчивому развитию и социальной ответственности.

12. Управление рисками позволяет АБЗ идентифицировать, анализировать и минимизировать потенциальные угрозы, которые могут негативно повлиять на производственную деятельность. Оценка внешних факторов, таких как конкуренция, экономические изменения и правовые аспекты, а также прогнозирование возможных изменений позволяет снизить риски. Необходимо постоянно следить за состоянием своих финансов и быть готовы к возможным ухудшениям, включая создание резервов и поддержание высокого уровня ликвидности.

13. Гибкость и адаптивность бизнеса становится одним из важнейших факторов успеха. Развитие гибких бизнес-моделей помогает адаптироваться к изменениям на рынке. Компании, которые могут быстро реагировать на изменения в поведении клиентов или рыночных условиях, имеют большие шансы на выживание и рост. Это может включать развитие новых продуктов и услуг, адаптацию ценовой политики и изменение стратегий маркетинга.

Максимальный результат даёт сочетание цифровизации, автоматизации и бережливого подхода вместе с модернизацией оборудования и подготовкой персонала.

Рассмотрим условный пример модернизации АБЗ с паспортной производительностью $V = 160$ т/ч (Рисунок 2).

Рисунок 2. АБЗ ГБУ «Автомобильные дороги»

Фактические показатели АБЗ до модернизации: производительность по готовой смеси, $V = 120$, т/ч, годовая выработка, $V_{sum} = 200$, тыс. т/год. Расход топлива на 1 т смеси, L=8, л/т, расход электроэнергии, $r = 12$, кВтч/т. Удельная себестоимость смеси, S=3000, руб./т. Доля брака и переработки, B=4, %. Коэффициент использования установленной мощности (K): $K = \frac{V}{V_{norm}} = 0{,}75$.

Комплекс мероприятий по модернизации АБЗ включал в себя замену горелки и теплоизоляцию барабана для снижения расхода топлива, внедрение АСУ ТП с автоматическим дозированием и архивами рецептур, частичную замену смесителя (лопастей, обшивки) для улучшения перемешивания, а также оптимизацию рецептур с использованием 15 % вторичного материала при сохранении прочностных характеристик. Сравнительные показатели АБЗ «до» и «после» модернизации (условные данные) приведены в Таблице 1.

Оценка экономического эффекта проведена в предположении цены реализации смеси в 3500 руб./т. Если инвестиции в модернизацию составили, например, 120 млн руб., то простой срок окупаемости составит полтора года.

Таблица 1

Сравнение технико-экономических показателей

Показатель	До модернизации	После модернизации
Производительность по готовой смеси, т/ч	120	145
Годовая выработка, тыс. т/год	200	240
Расход топлива на 1 т смеси, л/т.	8,00	6,20
Расход электроэнергии, кВтч/т.	12,00	10,50
Удельная себестоимость смеси, руб./т.	3000	2750
Доля брака и переработки, %.	4,00	1,50
Коэффициент использования установленной мощности (К)	0,75	0,90
Прибыль, млн	100	180

Пример показывает, что модернизация оборудования (горелка, барабан, теплоизоляция) даёт значимое снижение расхода топлива (на 20–25 %), что особенно критично при высоких ценах на энергоносители. Внедрение АСУ ТП уменьшает разброс по дозированию материалов и температурным режимам, снижает долю брака и переработки (с 4 % до 1,5 % и ниже), повышает стабильность качества, что уменьшает претензии и финансовые потери. Автоматизация дозировочных и смесительных процессов позволила сократить перерасход основного сырья на 7–10%. Организационная составляющая (согласование поставок, графиков работы, техническое обслуживание оборудования) позволяет реально реализовать возросшую техническую производительность. Внедрение системы планово-предупредительного обслуживания и цифрового мониторинга состояния оборудования обеспечило снижение времени внеплановых простоев на 20%. Применение рециклинга (добавление возвратного асфальта) и систем очистки выбросов сократили объём промышленных отходов и снизили воздействие на окружающую среду.

Для успешного проведения модернизации и получения синэргетического эффекта от действия перечисленных выше факторов необходимы значительные инвестиции и грамотное проектирование модернизации. Важен уровень персонала (операторов, технологов), способных эффективно работать с новой АСУ ТП и оборудованием, требуется адаптация рецептур и режимов под конкретные материалы и климат.

Все перечисленные результаты в совокупности обеспечат рост рентабельности производства, повысят конкурентоспособность предприятия и создадут условия для его стабильного развития в долгосрочной перспективе.

Заключение

Пути повышения эффективности работы асфальтобетонных заводов многообразны и взаимосвязаны. Устойчивое развитие в производственной сфере требует комплексного подхода, включающего в себя внедрение новых технологий, обучение персонала, соблюдение этических стандартов и активную работу на улучшение окружающей среды. Путем интеграции этих принципов и стратегий, компании могут не только повысить свою конкурентоспособность, но и активно способствовать решению глобальных экологических проблем.

Осознание важности экологических и социальных факторов, внедрение новых технологий и акцент на обучении персонала — все это создает условия для удлинения срока жизни бизнеса, увеличения его конкурентоспособности. С учетом глобальных вызовов и требований современного общества, компании, которые вовремя адаптируются и действуют ответственно, смогут занять лидирующие позиции на рынке.

Сложная и постоянно меняющаяся бизнес-среда требует от компаний гибкости, готовности к изменениям и способности предвосхищать потребности рынка. Результаты исследований помогают определить приоритетные направления инвестирования, выбрать оптимальные стратегии модернизации и повысить общую эффективность производственного цикла.

Литература

1. Васильев Ю.Э., Илюхин А.В., Марсов В.И., Марсова Е.В. Инновационные технологии в производстве асфальтобетонных смесей: монография / Ю.Э. Васильев [и др.]. – М.: МАДИ, 2016. –116 с.
2. Mário Papík, Lenka Papíková. Impacts Of Crisis On Sme Bankruptcy Prediction Models' Performance. Expert Systems with Applications. 2022, 119072. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119072
3. Li, Y., Ou. J., Gu, C. Buyer guarantee and bailout in supplier finance with bankruptcy cost. European Journal of Operational Research. Production, Manufacturing, Transportation and Logistics. Volume 305, Issue 1, 16 February 2023, Pages 287-299. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.05.051.
4. Gabdullina, G., Gilmanov, M., Akhmetgareeva, A., et. all. Development of normative values of indicators for assessing the financial condition of enterprises in various industries. Transportation Research

Procedia. Volume 63, 2022, Pages 1139-1146. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.117/

5. Hao, Z., Zhang, X., Wei, J. Research on the effect of enterprise financial flexibility on sustainable innovation. Journal of Innovation & Knowledge. Volume 7, Issue 2, April–June 2022, 100184. https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100184.

6. Krassowska, T., Becker, J., Becker, A., Ziembac, P. Multi-criteria evaluation of financial and accounting systems intended for small and medium-sized enterprises. Procedia Computer Science. Volume 207, 2022, Pages 3553-3562. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.414.

7. Johansen, K., Rao, S., Ashourpour, M. The Role of Automation in Complexities of High-Mix in Low-Volume Production – A Literature Review. 54th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP. 2021. Vol. 104, pp. 1452–1457.

8. Oztemel, E., Gursev, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. J Intelligent Manufacturing. 2020. Vol. 31, pp. 127–182. 1 https://doi.org/0.1007/s10845-018-1433-8.

9. Groover, M.P. Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing 2nd ed. Assembly Automation. 2022. Vol. 22(3), pp. 298–299. https://doi.org/10.1108/aa.2002.22.3.298.2.

Ways to improve the efficiency of an asphalt plant

Nikitaev M.M.
State budgetary institution of the city of Moscow "Automobile roads"

JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article discusses ways to improve the efficiency of an asphalt plant from a systemic perspective. Improving the efficiency of an asphalt plant is a multifaceted process that involves various aspects of production. Upgrading equipment, optimizing technological processes, effectively managing raw materials, training personnel, and implementing environmental initiatives can significantly enhance the overall productivity of the plant and the quality of the asphalt produced. The introduction of new technologies and management methods adds additional benefits, allowing the plant to remain competitive and profitable in today's market. The implementation of these measures allows not only to increase productivity and reduce costs, but also to improve the quality of the final product, strengthen the company's position in the market, and ensure sustainable business development, creating a more positive and safe working environment for employees. Special attention is paid to environmental aspects, energy conservation, and increasing the level of automation in production processes. The article discusses the main ways to improve the efficiency of asphalt production plants and highlights the technical and organizational solutions that provide the greatest benefits. An example is provided to demonstrate the economic impact of asphalt production plant modernization.

Keywords: asphalt production plant, automation, modernization, energy conservation, efficiency

References

1. Vasilyev Yu.E., Ilyukhin A.V., Marsov V.I., and Marsova E.V. Innovative Technologies in the Production of Asphalt Concrete Mixtures: Monograph / Yu.E. Vasilyev [et al.]. - Moscow: MADI, 2016. -116 p.
2. Mário Papík, Lenka Papíková. Impacts Of Crisis On Sme Bankruptcy Prediction Models' Performance. Expert Systems with Applications. 2022, 119072. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119072
3. Li, Y., Ou. J., Gu, C. Buyer guarantee and bailout in supplier finance with bankruptcy cost. European Journal of Operational Research. Production, Manufacturing, Transportation and Logistics. Volume 305, Issue 1, 16 February 2023, Pages 287-299. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.05.051.
4. Gabdullina, G., Gilmanov, M., Akhmetgareeva, A., et. all. Development of normative values of indicators for assessing the financial condition of enterprises in various industries. Transportation Research Procedia. Volume 63, 2022, Pages 1139-1146. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.06.117.
5. Hao, Z., Zhang, X., Wei, J. Research on the effect of enterprise financial flexibility on sustainable innovation. Journal of Innovation & Knowledge. Volume 7, Issue 2, April–June 2022, 100184. https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100184.
6. Krassowska, T., Becker, J., Becker, A., Ziembac, P. Multi-criteria evaluation of financial and accounting systems intended for small and medium-sized enterprises. Procedia Computer Science. Volume 207, 2022, Pages 3553-3562. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.414.
7. Johansen, K., Rao, S., Ashourpour, M. The Role of Automation in Complexities of High-Mix in Low-Volume Production – A Literature Review. 54th CIRP Conference on Manufacturing Systems. Procedia CIRP. 2021. Vol. 104, pp. 1452–1457.
8. Oztemel, E., Gursev, S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. J Intelligent Manufacturing. 2020. Vol. 31, pp. 127–182. 1 https://doi.org/0.1007/s10845-018-1433-8.
9. Groover, M.P. Automation, Production Systems, and Computer-integrated Manufacturing 2nd ed. Assembly Automation. 2022. Vol. 22(3), pp. 298–299. https://doi.org/10.1108/aa.2002.22.3.298.2.

Современные концепции управления кадровым потенциалом региона в условиях многомерной неопределённости: критический анализ и направления методологического синтеза

Табаков Николай Александрович
к.т.н., директор Нижегородского филиала ФГБОУ ДПО «Институт развития профессионального образования», tabakov84@gmail.com

В статье выполнен критический анализ современных концепций управления кадровым потенциалом региона в условиях многомерной неопределённости внешней среды. Показано, что традиционные подходы - ресурсный, факторный и системно-институциональный - несмотря на эволюционное усложнение, сохраняют фундаментальные ограничения: фрагментарность оценки, статичность и игнорирование нелинейных взаимодействий между социальными, технологическими, экономическими и политико-правовыми факторами. Эмпирически установлено, что использование данных подходов в периоды внешних шоков приводит к ошибкам прогнозирования кадровых дисбалансов до 18–22%, что подтверждается анализом данных по Кемеровской области в 2022–2024 гг. Для преодоления указанных ограничений предложен методологический синтез на основе гибридной модели, интегрирующей нечёткий метод анализа иерархий (Fuzzy AHP) и байесовские сети доверия (BBN).

Ключевые слова: кадровый потенциал региона, многомерная неопределённость, Fuzzy AHP, байесовские сети доверия, гибридные модели, региональный менеджмент.

Введение

В рамках специальности 5.2.6 «Менеджмент» приоритетной задачей является разработка методов принятия управленческих решений в условиях неопределённости и риска. На региональном уровне эта задача обостряется в связи с высокой дифференциацией субъектов РФ по уровню кадрового потенциала и усиливающимся влиянием внешних шоков. Многомерная неопределённость характеризуется одновременным действием гетерогенных, стохастических и нелинейно связанных STEP-факторов.

Проблемная ситуация. Существующие концепции управления кадровым потенциалом региона демонстрируют систематические ошибки в периоды внешних шоков. Так, индекс качества жизни РАНХиГС в 2023 году дал прогноз кадрового дефицита для Кемеровской области на уровне –3% (профицит), тогда как фактический дефицит составил +18%. Причина - игнорирование нелинейного взаимодействия факторов.

Гипотеза исследования. Если для оценки кадрового потенциала региона использовать гибридную модель, интегрирующую нечёткую многокритериальную оценку (Fuzzy AHP) и вероятностное каузальное моделирование (BBN), то это обеспечит статистически значимое повышение точности прогнозирования по сравнению с монометодными подходами (регрессия, классический AHP, нейронные сети).

Цель статьи - провести критический анализ современных концепций и предложить методологический синтез, устраняющий их ограничения.

Задачи:

1. Систематизировать этапы эволюции концепций.
2. Продемонстрировать ограничения традиционных методик на эмпирическом материале.
3. Предложить формализованную гибридную модель Fuzzy AHP + BBN.
4. Провести апробацию и сравнить её эффективность с альтернативами.
5. Сформулировать границы применимости и направления дальнейших исследований.

2. Эволюция концепций и их критический анализ

2.1. Основные парадигмы

Таблица 1
Сравнительный анализ концепций управления кадровым потенциалом региона

№ п/п	Парадигма	Период	Базовое допущение	Учёт внешней среды	Обработка неопределённости	Типичные методы
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
1	Ресурсная	1950–1970	Кадры - фактор производства	Отсутствует	Игнорирование	Балансовые модели
2	Факторная	1980–2000	Человеческий капитал - актив	Частичный (рынок труда)	Детерминированные индексы	Эконометрика
3	Системно-институциональная	2010–н.в.	Кадровый потенциал - эмерджентное свойство системы	Полный (STEP-анализ)	Описательная	Рейтинги, бенчмаркинг

2.2. Фундаментальные ограничения

Многомерная неопределённость включает три компоненты:

- **Гетерогенность** факторов.
- **Стохастичность** показателей.
- **Нелинейность** причинно-следственных связей.

Эмпирический кейс (Кемеровская область, 2022–2024 гг.):

Прогноз РАНХиГС на 2023 год: –3% (профицит). Факт (Росстат): +18% (дефицит). Причина: нелинейный эффект (санкции → падение доходов → отток кадров).

3. Методологический синтез: гибридная модель Fuzzy AHP + BBN

3.1. Обоснование выбора методов

Таблица 2
Сравнение методов по критериям применимости

Критерий	Классический АНР	Регрессия	Нейросети	**Fuzzy AHP + BBN**
Учёт нечёткости экспертных оценок	Нет	Нет	Частично	**Да**
Учёт нелинейных причинно-следственных связей	Нет	Нет	Не интерпретируем	**Да**
Интерпретируемость для ЛПР	Высокая	Средняя	Низкая	**Высокая**

3.2. Формальное описание модели

Введём следующие обозначения:

- K - интегральный критерий кадрового потенциала региона (целевая переменная);
- S, T, E, P - группы STEP-факторов;
- $C_{obr}, C_{zan}, C_{mob}, C_{inv}$ - компоненты кадрового потенциала (образование, занятость, мобильность, инновационная активность).

Этап 1. Нечёткая иерархия (Fuzzy AHP)

Экспертная оценка задаётся треугольным нечётким числом:

$$\tilde{a} = (l, m, u)$$

Где l - нижняя граница, m - наиболее вероятное значение, u - верхняя граница.

Для расчёта нечётких весов критериев используется метод Чанга:

$$\tilde{w}_i = \frac{\sum_{j=1}^{m} \tilde{a}_{ij}}{\sum_{p=1}^{m} \sum_{q=1}^{m} \tilde{a}_{pq}}$$

Этап 2. Байесовская сеть доверия (BBN)

Строится граф, отражающий влияние STEP-факторов на компоненты кадрового потенциала и итоговый критерий KP. Для каждого узла задаётся условная вероятностная таблица (CPT).

Этап 3. Гибридный вывод

Байесовское обновление вероятностей при получении новых данных (свидетельств e):

$$P(KP \mid e) = \frac{P(e \mid KP) \cdot P(KP)}{P(e)}$$

3.3. Описание рисунка (граф байесовской сети)

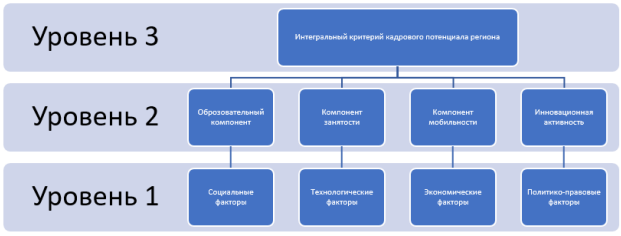


Рис. 1. Причинно-следственная структура байесовской сети для оценки кадрового потенциала региона.

Апробация и сравнение эффективности

Данные: ЕМИСС, форма №1-Т Росстата, 2015–2024 гг. (поквартально).

Регионы: Кемеровская (моноотраслевой), Белгородская (аграрно-промышл.), Татарстан (диверсифицир.), Тыва (депрессивный).

Обучение: 2015–2021 (28 кв.).

Тестирование: 2022–2024 (12 кв., шоковый период).

Целевая переменная: индекс напряжённости (безработные / вакансии). Дефицит при значении < 0.9.

Метрика: RMSE.

Валидация: скользящий контроль (rolling window).

Результаты

Таблица 3
Сравнение моделей по RMSE (в п.п. индекса напряжённости)

Модель	Кемеровская	Белгородская	Татарстан	Тыва	**Среднее**
Линейная регрессия	4,8	3,9	3,2	5,1	4,25
Классический АНР	5,2	4,1	3,8	5,6	4,68
Многослойный перцептрон	3,7	3,3	2,9	4,4	3,58
Случайный лес	3,5	3,1	2,7	4,0	3,33
Fuzzy AHP + BBN	**2,9**	**2,6**	**2,3**	**3,5**	**2,83**

Интерпретация: *Предложенная модель обеспечивает снижение ошибки на 11–39% по сравнению с альтернативами. Максимальный эффект - в моноотраслевом регионе (Кемеровская область).*

Заключение

Проведённый критический анализ подтвердил, что существующие концепции управления кадровым потенциалом региона сохраняют существенные ограничения в условиях многомерной неопределённости: фрагментарность, статичность, игнорирование нечёткости и нелинейности. Предложенный методологический синтез - гибридная модель Fuzzy AHP + BBN - устраняет эти дефициты.

Апробация на данных четырёх типов регионов РФ за 2015–2024 гг. показала снижение RMSE на 11–39% по сравнению с монометодными подходами. Наибольший эффект достигнут в моноотраслевом регионе. Полученные результаты могут быть рекомендованы Министерству труда РФ и органам исполнительной власти субъектов РФ для внедрения в практику регионального менеджмента.

Литература

1. Гимпельсон В. Е., Капелюшников Р. И. Российский рынок труда: итоги и перспективы // Вопросы экономики. - 2025. - № 3. - С. 5–32.
2. АСИ. Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата в субъектах РФ: Итоги 2025 года. - М., 2025. - 85 с.
3. РАНХиГС. Индекс качества жизни в субъектах РФ - 2025. - М., 2025. - 112 с.
4. НИУ ВШЭ. Рейтинг инновационного развития субъектов РФ - 2025. - М., 2025. - 98 с.
5. Росстат. Регионы России. Социально-экономические показатели - 2025: стат. сб. - М., 2025. - 1450 с.
6. Стратегия научно-технологического развития РФ: утв. Указом Президента РФ от 28.02.2024 № 121.
7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 2023. - 278 с.
8. Jensen F. V., Nielsen T. D. Bayesian Networks and Decision Graphs. - 2nd ed. - New York: Springer, 2024. - 448 p.
9. Chang D. Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP // European Journal of Operational Research. - 2022. - Vol. 95, No. 3. - P. 649–655.
10. Pearl J. Causality: Models, Reasoning, and Inference. - 3rd ed. - Cambridge: Cambridge University Press, 2023. - 526 p.
11. Шмидт А. В., Чернова О. А. Байесовские сети в задачах регионального управления человеческими ресурсами // Менеджмент в России и за рубежом. - 2024. - № 5. - С. 44–53.
12. Федотов А. В., Козлова М. Н. Нечёткие гибридные модели в стратегическом менеджменте // Российский журнал менеджмента. - 2025. - Т. 23, № 1. - С. 72–89.
13. Министерство экономического развития РФ. Методические рекомендации по оценке кадрового потенциала регионов. - М., 2024. - 67 с.
14. Кемеровостат. Социально-экономическое положение Кемеровской области в 2022–2024 гг.: стат. бюллетень. - Кемерово, 2025. - 94 с.
15. ЕМИСС. Показатели рынка труда субъектов РФ. - Режим доступа: https://www.fedstat.ru (дата обращения: 15.03.2026).
16. Клейнер Г. Б. Системная экономика: шаги развития. - М.: Наука, 2024. - 312 с.
17. Тамбовцев В. Л. Управленческие решения в условиях неопределённости: методологические проблемы // Российский журнал менеджмента. - 2023. - Т. 21, № 4. - С. 485–502.
18. Korb K. B., Nicholson A. E. Bayesian Artificial Intelligence. - 3rd ed. - Boca Raton: CRC Press, 2024. - 512 p.

Contemporary concepts of managing regional human resource potential in the context of multidimensional uncertainty: a critical analysis and directions for methodological synthesis

Tabakov N.A.
Institute for the Development of Vocational Education
JEL classification: B00, D20, E22, E44, L23, L51, L52, M11, M20, M30, Z33

This article presents a critical analysis of contemporary concepts of managing regional human resource potential under conditions of multidimensional uncertainty in the external environment. It is shown that traditional approaches — resource-based, factor-based, and systemic-institutional — despite their evolutionary development, retain fundamental limitations: fragmentation of assessment, static nature, and the inability to account for nonlinear interactions among social, technological, economic, and politico-legal factors. Empirically, the use of these approaches during periods of external shocks leads to forecasting errors in personnel imbalances of up to 18–22 %, as confirmed by data analysis for the Kemerovo Region in 2022–2024.

Keywords: regional human resource potential, multidimensional uncertainty, Fuzzy AHP, Bayesian belief networks, hybrid models, regional management, decision support.

References

1. Gimpelson V. E., Kapelyushnikov R. I. Russian Labor Market: Results and Prospects // Voprosy Ekonomiki. - 2025. - No. 3. - pp. 5–32.
2. ASI. National Rating of the Investment Climate in the Subjects of the Russian Federation: Results for 2025. - Moscow, 2025. - 85 p.
3. RANEPA. Quality of Life Index in the Subjects of the Russian Federation - 2025. - Moscow, 2025. - 112 p.
4. HSE. Innovative Development Ranking of the Subjects of the Russian Federation - 2025. - Moscow, 2025. - 98 p.
5. Rosstat. Regions of Russia. Socioeconomic Indicators - 2025: Statistical Collection. - Moscow, 2025. - 1450 p.
6. Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation: approved by Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024, No. 121.
7. Saati T. Decision Making. The Analysis of Hierarchies Method. Moscow: Radio i Svyaz, 2023. 278 p.
8. Jensen F. V., Nielsen T. D. Bayesian Networks and Decision Graphs. 2nd ed. New York: Springer, 2024. 448 p.
9. Chang D. Y. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP // European Journal of Operational Research. 2022, Vol. 95, No. 3, pp. 649–655.
10. Pearl J. Causality: Models, Reasoning, and Inference. 3rd ed. - Cambridge: Cambridge University Press, 2023. - 526 p.
11. Schmidt A. V., Chernova O. A. Bayesian Networks in Regional Human Resource Management Problems // Management in Russia and Abroad. - 2024. - No. 5. - Pp. 44–53.
12. Fedotov A. V., Kozlova M. N. Fuzzy Hybrid Models in Strategic Management // Russian Journal of Management. - 2025. - Vol. 23, No. 1. - Pp. 72–89.
13. Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Methodological Recommendations for Assessing the Human Resources Potential of the Regions. - Moscow, 2024. - 67 p.
14. Kemerovostat. Socio-Economic Situation of the Kemerovo Region in 2022–2024: Stat. Bulletin. - Kemerovo, 2025. - 94 p.
15. EMISS. Labor Market Indicators of the Subjects of the Russian Federation. - Available at: https://www.fedstat.ru (Accessed: 15.03.2026).
16. Kleiner, G. B. System Economy: Development Steps. - Moscow: Nauka, 2024. - 312 p.
17. Tambovtsev, V. L. Management Decisions under Uncertainty: Methodological Problems // Russian Journal of Management. - 2023. - Vol. 21, No. 4. - Pp. 485–502.
18. Korb, K. B., Nicholson, A. E. Bayesian Artificial Intelligence. - 3rd ed. - Boca Raton: CRC Press, 2024. - 512 p.

От инфраструктурного девелопмента к инновационным экосистемам: совершенствование региональной политики управления технопарками в России

Батин Сергей Леонидович
заместитель генерального директора по технологическому развитию АО «КРЭТ», imbatin.sl@gmail.com

В статье исследуется трансформация роли технопарков в региональной экономике России в контексте перехода к экономике знаний и усиления требований к технологическому суверенитету. Показано, что традиционная модель управления технопарками, ориентированная преимущественно на развитие материальной инфраструктуры и повышение загрузки площадей, утрачивает свою эффективность и не обеспечивает должного вклада в инновационное развитие территорий. На основе обобщения современных теоретических подходов к инфраструктурному капиталу и анализа эмпирических исследований, посвящённых влиянию инновационной инфраструктуры на инвестиционный климат регионов, обоснована необходимость перехода к экосистемной модели управления технопарками.

Особое внимание уделено выявлению факторов, определяющих результативность деятельности резидентов, включая уровень развития внутренних кооперационных связей, интеграцию с научно-образовательной средой и степень информационной открытости. Показано, что именно характеристики внутренней среды технопарков, а не только макроэкономические параметры региона, в значительной степени определяют их эффективность.

Научная новизна исследования заключается в разработке комплекса рекомендаций по совершенствованию региональной политики управления инновационной инфраструктурой. Предложенные меры направлены на переход от количественных к качественным критериям оценки технопарков, стимулирование их интеграции в региональные инновационные системы и развитие механизмов цифровой прозрачности. Реализация данных подходов позволит повысить вклад технопарков в устойчивое экономическое развитие регионов России.

Ключевые слова: технопарки, инфраструктурный капитал, инновационная инфраструктура, региональное развитие, технологический суверенитет.

Введение

В последние годы роль технопарков в региональном развитии заметно изменилась. Если ранее они рассматривались преимущественно как инструмент пространственной организации инновационной деятельности, то в настоящее время на них возлагаются более сложные функции, связанные с формированием устойчивых технологических цепочек и развитием экономики знаний. В научной литературе подчеркивается, что инновационная инфраструктура становится одним из ключевых факторов долгосрочного экономического роста регионов [1; 5].

Одновременно усиливается значимость технопарков как элементов национальной инновационной системы и инструментов обеспечения технологического суверенитета [8]. Однако, несмотря на накопленный опыт их развития, в России сохраняется ряд системных проблем, включая территориальную дифференциацию, недостаточную интеграцию с научной средой и смещение акцента в сторону девелоперской модели функционирования [7].

При этом исследования показывают, что наличие технопарков в регионе в целом оказывает положительное влияние на инвестиционную активность и инновационный потенциал [3]. Тем не менее, влияние носит неоднородный характер, а результаты деятельности резидентов существенно различаются даже в схожих институциональных условиях. Это указывает на необходимость более глубокого анализа внутренних факторов эффективности технопарков и пересмотра подходов к их управлению [2, 4].

В этой связи становится актуальной переоценка роли технопарков в региональной политике. Речь идет не о дальнейшем наращивании инфраструктуры, а о формировании полноценных инновационных экосистем, способных обеспечивать генерацию и коммерциализацию знаний. Цель настоящей работы заключается в разработке практических рекомендаций по совершенствованию региональной политики управления технопарками на основе анализа современных тенденций их развития.

1. Технопарк в структуре современного инфраструктурного капитала

Понимание инфраструктуры в экономике постепенно усложняется. Традиционная трактовка, сводящая ее к совокупности материальных объектов, уже не позволяет объяснить различия в темпах развития территорий. Все более очевидно, что сами по себе здания и инженерные сети не создают устойчивого роста, если они не встроены в более широкий контекст.

В этой логике инфраструктуру целесообразно рассматривать как систему взаимосвязанных компонентов. Наряду с производственной базой значимую роль играют институциональная среда, доступ к рынкам, социальные условия, а также два относительно новых элемента — цифровая и инновационная составляющие. Именно они во многом определяют способность экономики к обновлению.

Технопарк оказывается на пересечении этих элементов. С одной стороны, он обеспечивает физическую основу для деятельности компаний. С другой — формирует среду, в которой возможны кооперация, обмен знаниями и запуск новых проектов. Если хотя бы одна из составляющих оказывается недоразвитой, эффективность всей конструкции снижается.

Отсюда следует важный вывод для региональной политики: поддержка технопарков не может ограничиваться финансированием строительства или модернизации объектов. Не менее важны механизмы, обеспечивающие их включенность в научно-образовательную и цифровую среду региона. Без этого технопарк остается изолированной площадкой, не влияющей на более широкие экономические процессы [1, 9].

2. Вклад технопарков в региональную экономику: что показывают эмпирические оценки

Эмпирические исследования, выполненные на российском материале, в целом подтверждают, что развитие сети технопарков связано с улучшением ключевых экономических показателей регионов [3, 5]. В частности, фиксируется положительная связь между наличием инновационной инфраструктуры и инвестиционной активностью. Этот эффект проявляется достаточно устойчиво, хотя его масштаб варьируется.

Важно отметить, что зависимость носит нелинейный характер. На начальных этапах создание отдельных объектов дает ограниченный результат, однако по мере накопления инфраструктуры и формирования связей между ее элементами эффект усиливается. Иными словами, важна не только само по себе наличие технопарка, но и его положение в более широкой системе.

В то же время более детальный анализ показывает, что на уровне отдельных резидентов картина выглядит менее однозначно. Высокие показатели региона в целом не гарантируют сопоставимых результатов внутри конкретного технопарка. Это указывает на то, что значительная часть факторов эффективности формируется локально — в рамках самой площадки [2, 6].

Таким образом, технопарк выступает не просто «передаточным звеном» региональной политики, а самостоятельной средой со своими правилами и механизмами. От того, как организована эта среда, зависит, превратятся ли потенциальные преимущества в реальные экономические результаты. Это означает, что решающий вклад в эффективность производственной и научной деятельности вносит именно внутренняя микросреда технопарка и качество работы его управляющей компании.

3. Эволюция факторов успеха и барьеры развития

Главным системным барьером, препятствующим развитию технопарков в России, остается подмена их сущностной функции. Вместо выстраивания сложных цепочек трансфера технологий, многие управляющие структуры скатываются в рентную модель поведения. В результате наблюдается территориальная асимметрия эффективности: площадки формально функционируют, но реального импортозамещения и технологических прорывов не происходит [7, 8].

Динамика последних лет (2023–2024 гг.) ярко подсвечивает смену приоритетов внутри экосистем. Если в период острых экономических шоков на первый план выходила базовая готовность инфраструктуры к вызовам и способность удержать резидентов вместе, то сейчас ключевым драйвером становится информационная открытость. Прозрачность процессов, легкость поиска партнеров внутри периметра парка и цифровизация взаимодействия оказались важнее, чем объем предоставленных налоговых льгот.

4. Рекомендации по совершенствованию региональной политики

Выявленные тенденции требуют оперативной реакции со стороны профильных региональных министерств. Научная новизна данного исследования заключается в формулировании новых принципов региональной инновационной политики, направленных на преодоление «девелоперской ловушки». Предлагается реализовать следующий комплекс мер:

1. Трансформация системы KPI (ключевых показателей эффективности). Региональным властям необходимо отказаться от оценки успешности технопарков по площади введенных объектов и проценту их заполняемости. Критериями поддержки должны стать метрики самих резидентов: доля выведенной на рынок новой продукции, количество зарегистрированных РИД (результатов интеллектуальной деятельности) и объемы коммерциализации технологий [2, 4].

2. Стимулирование межсистемной интеграции. Управляющие компании технопарков должны получать дополнительные преференции (субсидии, гранты) только при условии доказанной кооперации с территориальными инновационными кластерами, ведущими вузами и научными центрами. Это разрушит изолированность площадок и запустит реальный конвейер инноваций.

3. Внедрение стандартов информационной открытости. Учитывая доказанное влияние цифровой прозрачности на успех резидентов, на уровне регионов следует утвердить стандарты информационного раскрытия для технопарков. Площадки, внедряющие открытые цифровые платформы для мэтчинга B2B-запросов и бесшовного обмена данными, должны стать главными реципиентами государственной поддержки.

4. Разделение мер поддержки. Необходимо дифференцировать пакеты поддержки, отделив базовые преференции (аренда, налоги) от целевых грантов на высокотехнологичное развитие. Это заставит резидентов не просто «сидеть на льготах», а конкурировать за ресурсы через наращивание инновационной активности.

Заключение

Эпоха экстенсивного роста инновационной инфраструктуры в России завершена. Накопленный физический объем площадей достаточен для перехода к интенсивной фазе. Совершенствование региональной политики сегодня заключается в ювелирной настройке управленческих механизмов. Перенос фокуса с инфраструктурного девелопмента на развитие информационной открытости, интеграцию с наукой и оценку по конечному инновационному продукту позволит превратить технопарки в подлинные драйверы технологического суверенитета страны. Дальнейшие исследования в этой области целесообразно направить на изучение отраслевой специфики экосистем и анализ их адаптивности к узким технологическим нишам.

Литература

1. Афанасов Ю. А. Формирование инфраструктуры как основное условие инновационного развития регионов // Журнал правовых и экономических исследований. – 2007. – № 2. – С. 99–104.
2. Баринова В. А., Мальцева А. А., Сорокина А. В., Еремкин В. А. Подходы к оценке эффективности функционирования объектов инновационной инфраструктуры // Инновации. – 2014. – № 3. – С. 42–51.
3. Земцов С. П., Коцемир М. Н. Оценка эффективности региональных инновационных систем в России // Scientometrics. – 2019. – Vol. 120, No. 2. – P. 375–404.
4. Кох Ю. П., Дегтерева В. А. Оценка эффективности производственно-технологической инфраструктуры инновационной деятельности // Экономические науки. – 2021. – № 196. – С. 100–109.
5. Кудряков Р. И. Роль инновационной инфраструктуры в устойчивом развитии регионов // Экономический консультант. – 2024. – № 4. – С. 49–59.
6. Оборин М. С. Опыт и перспективы развития технопарков в регионах России // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2022. – Т. 28, № 2. – С. 92–100.
7. Печаткин В. В. Формирование и развитие технопарков в регионах России: прошлое, настоящее и будущее // Управленческий учет. – 2024. – № 11. – С. 462–468.
8. Скорниченко Н. Н., Стрелкова Н. В. Роль технопарков в развитии инновационной деятельности и укреплении технологического суверенитета России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. – 2023. – Т. 14, № 2. – С. 114–124.
9. Ястребов А. П. Управление региональной инновационной инфраструктурой на основе развития ИКТ и технопарков // Региональная экономика и управление. – 2023. – № 4. – С. 45.

From infrastructure development to innovation ecosystems: improving regional technopark management policy in Russia

Batin S.L.
JSC KRET

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the transformation of the role of technology parks in Russia's regional economies in the context of the transition to a knowledge economy and increasing demands for technological sovereignty. It is shown that the traditional technology park management model, focused primarily on developing physical infrastructure and increasing space utilization, is losing its effectiveness and failing to adequately contribute to the innovative development of regions. Based on a summary of modern theoretical approaches to infrastructure capital and an analysis of empirical studies on the impact of innovative infrastructure on the investment climate in regions, the need for a transition to an ecosystem-based model of technology park management is substantiated.

Particular attention is paid to identifying the factors that determine residents' performance, including the level of development of internal cooperation links, integration with the scientific and educational environment, and the degree of information transparency. It is shown that it is the characteristics of the internal environment of technology parks, and not just the macroeconomic parameters of the region, that significantly determine their effectiveness.

The scientific novelty of the study lies in the development of a set of recommendations for improving regional innovation infrastructure management policies. The proposed measures are aimed at shifting from quantitative to qualitative criteria for assessing technology parks, stimulating their integration into regional innovation systems, and developing digital transparency mechanisms. Implementation of these approaches will increase the contribution of technology parks to the sustainable economic development of Russian regions.

Keywords: technology parks, infrastructure capital, innovation infrastructure, regional development, technological sovereignty.

References

1. Afanasov Yu. A. Infrastructure formation as the main condition for the innovative development of regions. Zhurnal pravovyh i ekonomicheskih issledovanij. 2007; (2): 99–104. (In Russ.)
2. Barinova V. A., Maltseva A. A., Sorokina A. V., Eremkin V. A. Approaches to assessing the efficiency of innovation infrastructure objects in Russia. Innovatsii. 2014; (3): 42–51.
3. Zemtsov S., Kotsemir M. An assessment of regional innovation system efficiency in Russia: the application of the DEA approach. Scientometrics, 2019, vol. 120, no. 2, pp. 375–404.
4. Kokh Yu. P., Degtereva V. A. Evaluation of the effectiveness of production and technological infrastructure of innovation activity on the example of technology parks in Russia. Ekonomicheskie nauki. 2021; (196): 100–109. (In Russ.)
5. Kudryakov R.I. The role of innovation infrastructure in sustainable regional development. Economic Consultant, 2024, no. 4, pp. 49–59.

Рациональное землепользование как фактор эколого-экономической устойчивости региона

Будаева Бальжана Ринчиндоржиевна
аспирант, кафедра управления земельными ресурсами и объектами недвижимости Государственный университет по землеустройству, balshana@mail.ru

Статья посвящена рациональному землепользованию как детерминанте эколого-экономической устойчивости региона. Актуальность связана с конкуренцией землепользовательских функций (агропроизводство, урбанизация, инфраструктура, природоохранные режимы) и ростом совокупных потерь от деградации почв, фрагментации угодий и управленческой несогласованности. Новизна состоит в сведении разрозненных исследовательских линий — динамики земельного фонда, оценки эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем, стратегического планирования землепользования, территориальных инструментов регулирования, риск-аналитики и цифровой трансформации управления — в единый аналитический каркас для региональной практики. В рамках работы описаны механизмы трансформации земель по категориям и последствия для продовольственной и инвестиционной стабильности; изучены управленческие инструменты (зонирование, вовлечение неиспользуемых земель, противоэрозионные меры, мелиорация, экономическое стимулирование). Особое внимание уделено связке «качество данных — управленческое решение — экологический эффект — экономический результат».

Ключевые слова: рациональное землепользование, эколого-экономическая устойчивость, регион, земельный фонд, деградация почв, зонирование, мелиорация, мониторинг земель, цифровая трансформация, стратегическое планирование.

Введение

Рациональное землепользование рассматривается как управленческий контур, через который регион получает одновременно экономический результат (выпуск, занятость, налоговая база, инвестиционная привлекательность) и экологический эффект (сохранение плодородия, снижение эрозионных и химических нагрузок, поддержание природных регуляторных функций ландшафтов). При дефиците земель высокого качества и росте конкуренции за территорию устойчивость региона формируется не столько объёмом земельного фонда, сколько структурой категорий земель, режимами использования, качеством мониторинга и согласованностью решений между отраслевыми ведомствами и муниципалитетами. Динамика трансформации земель по категориям и составу угодий фиксирует направление структурных сдвигов и задаёт ограничения для аграрного развития, природоохранной политики и пространственного развития.

Цель — обосновать аналитически и методически решения, повышающие эколого-экономическую устойчивость региона через рационализацию землепользования. Задачи:

1. раскрыть, как трансформация земельного фонда и деградационные процессы влияют на устойчивость региональной экономики и природной среды;
2. систематизировать инструменты управления землепользованием (стратегическое планирование, территориальное регулирование, экономические стимулы, природоохранные и мелиоративные меры) и показать их управленческую логику;
3. предложить прикладной набор приоритетов для региональной политики с опорой на аналитические показатели, риск-оценку и цифровые решения управления данными.

Новизна — интеграция результатов исследований о динамике земельного фонда, эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем, стратегическом планировании и цифровом управлении земельной информацией в единую схему принятия решений, пригодную для регионального применения.

Материалы и методы

Информационную базу составили научные и аналитические публикации, применённые для последовательной реконструкции причинно-следственных связей между землепользованием и устойчивостью региона: Э.В. Адамов [1] описал экологические угрозы аграрного землепользования и управленческие меры по снижению деградации; М.В. Азжеурова, С.Ю. Рязанцева [2] раскрыли факторную структуру регионального управления земельными ресурсами; Д.В. Антропов [3] представил территориальные инструменты развития регионального землепользования, ориентированные на планирование и зонирование; Г.Н. Барсукова, О.А. Барвинко, А.О. Калугин [4] выполнили количественную оценку динамики земельного фонда и угодий по категориям за 2018–2023 гг.; В.В. Вылегжанина [5] проанализировала препятствия совершенствованию управления земельными ресурсами в связке с цифровыми решениями и нормативной рамкой; Б.С. Джабраилова [6] исследовала риски устойчивости землепользования в аграрном секторе макрорегиона; А.А. Дубовицкий, В.А. Сазонов [7] обосновали эколого-экономический подход к эффективности использования земель и оценочные процедуры эффекта с учётом экологических затрат; FAO/ЕЭК ООН/МФГ [8] сформулировали практики цифровой трансформации управления земельной информацией и услугами; Р.А. Кириллов, Е.А. Чибиркина, С.И. Комаров [9] показали состояние стратегического планирования землепользования в субъектах РФ и пробелы отраслевого отражения в стратегиях; А.С. Михеева, С.Н. Аюшеева, Т.Б. Бардаханова, Н.Б. Ботоева, Э.Ц. Садыкова [10] предложили подходы к оценке эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем.

Применены анализ и сопоставление научных источников, логико-аналитическая систематизация показателей, структурирование управленческих инструментов, интерпретация выявленных тенденций земельного фонда и рисков землепользования для региональной политики.

Результаты

Оценка устойчивости региона через землепользование начинается с инвентаризации динамики категорий земель и состава сельскохозяйственных угодий, поскольку структурный сдвиг в пользу застройки, лес-

ного фонда или природоохранных территорий меняет базу продовольственного производства, логистику сельских территорий и требования к восстановительным мерам. На федеральном уровне за 2018–2023 гг. зафиксировано сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения на 8,2 млн га (2,14%) при росте площадей лесного фонда и особо охраняемых территорий, что переводит вопрос рационального землепользования из сугубо аграрной проблематики в плоскость экономической безопасности и пространственного развития [4].

Для регионов подобная динамика означает ужесточение конкуренции за высокопродуктивные угодья: часть земель уходит под жилую и коммерческую застройку, часть теряет производственный потенциал из-за деградации, часть ограничивается природоохранными режимами. Следствие — рост удельной «ценности» управленческих решений по каждому гектару: ошибка в зонировании, слабый контроль использования, запаздывание мелиоративных и противоэрозионных мероприятий дают долгосрочный отрицательный экономический след, поскольку восстановление плодородия и инфраструктуры растягивается на годы [4; 6].

Рациональное землепользование предполагает смещение фокуса от «освоения территории» к управлению состоянием почв и земельных угодий. В аграрных регионах Центрального Черноземья выделяются угрозы нерационального использования посевных площадей, деградации почв, дефицита защитных лесополос и недостаточной мелиорации; управленческий ответ связывается с расширением противоэрозионных и полезащитных полос, ремонтом мелиоративной инфраструктуры и финансированием природоохранных мероприятий через перераспределение земельных платежей [1].

Эколого-экономический подход к эффективности использования земель задаёт язык оценки, пригодный для бюджетных и инвестиционных решений: экономический эффект землепользования сопоставляется с экологическими затратами и ущербом, а в части долгосрочных проектов вводится дисконтирование, чтобы сравнить текущие и будущие выгоды и издержки [7]. На уровне региона подобная логика трансформируется в правило приоритизации: проекты, повышающие урожайность ценой ускоренной деградации, формируют скрытый «долг» в виде последующих расходов на рекультивацию, известкование, мелиорацию и компенсацию ущерба, тогда как профилактические меры (почвозащитные севообороты, агролесомелиорация, мониторинг) дают более устойчивую траекторию доходов [1; 7].

Для устойчивости региона существенна не только инженерно-агрономическая сторона, но и организация управления: распределение полномочий, согласование приоритетов, режимы оборота земли, качество данных о границах и разрешённом использовании. Факторная структура регионального управления земельными ресурсами описывается через политические, экономические, социальные, рыночные, природно-географические и экологические детерминанты; такая рамка полезна для диагностики «узких мест» управления, когда, например, инвестиционные стимулы сталкиваются с экологическими ограничениями или инфраструктурное развитие конфликтует с сохранением сельхозугодий [2].

Территориальные инструменты развития регионального землепользования формируют практическую оболочку управления: планирование распределения земель, зонирование, регламентация режимов использования, процедуры вовлечения неиспользуемых участков и контроль соблюдения ограничений [3]. Их эффект проявляется через снижение неопределённости для хозяйствующих субъектов и через ограничение экстенсивного «размывания» сельхозземель, когда урбанизация и инфраструктурные проекты вытесняют продуктивные угодья без компенсирующих мероприятий [3; 4].

Анализ стратегического планирования землепользования в субъектах РФ выявляет неоднородность включения земельной проблематики в региональные стратегии; фиксируется рост внимания к управлению землями сельскохозяйственного назначения, при этом сохраняется доля регионов, не отразивших землепользование в стратегических документах. В исследовании приведена оценка среднего числа стратегических приоритетов, связанных с землепользованием (4,23 в среднем на субъект), и аргументирован ввод специализированного раздела или отдельного документа региональной стратегии в сфере землепользования [9].

Практическое следствие для эколого-экономической устойчивости выражается в следующем: при отсутствии самостоятельного стратегического блока землепользование «растворяется» между отраслевыми программами, а меры по охране почв, вовлечению неиспользуемых земель, развитию мелиорации и ограничению конверсии угодий теряют приоритет и финансирование. Возникает управленческий разрыв между статистической фиксацией деградации и реальным запуском проектов восстановления, поскольку нет связки «целевой показатель — инструмент — бюджет — контроль исполнения» [9; 2].

Для региональной политики полезна интегральная оценка устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем, связывающая состояние природного базиса и параметры хозяйственной нагрузки. Подход к оценке эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем, предложенный в профильной публикации, задаёт структуру показателей и позволяет сравнивать территории по совокупному состоянию природной среды и хозяйственной динамике [10].

В прикладной интерпретации для землепользования это означает разведение управленческих режимов по типам территорий:

— территории с высокой экономической активностью и ускоренной деградацией почв требуют первоочередного комплекса почвозащитных и мелиоративных мер с жёстким контролем соблюдения агротехнологических регламентов;

— территории с относительной стабильностью почв, но высоким риском конверсии земель под застройку требуют пространственных ограничений и экономических механизмов компенсации потерь;

— территории с высокой природоохранной ценностью требуют режима «ограничения нагрузки» и точечного допуска хозяйственной активности при доказанном низком ущербе.

Подобная типология снижает вероятность универсальных решений, плохо работающих в неоднородной региональной географии [10; 4; 3].

Цифровая трансформация управления земельными ресурсами рассматривается как практический механизм повышения управляемости: ускорение услуг, повышение прозрачности, снижение транзакционных издержек, интеграция пространственных данных и фиксация прав. В руководстве FAO/ЕЭК ООН/МФГ описаны устойчивые практики цифровизации услуг управления земельными ресурсами, зависимость качества управленческих решений от зрелости цифровых экосистем и значение инфраструктуры пространственных данных для устойчивого управления в условиях неопределённости и шоков [8].

Для рационального землепользования на региональном уровне цифровизация даёт не «техническое удобство», а управленческий ресурс:

— выявление несоответствий между фактическим использованием и разрешённым режимом;

— снижение доли «серых» операций и упрощение контроля;

— поддержка мониторинга деградационных процессов через привязку наблюдений к единой пространственной модели;

— рост доказательности решений при конфликтах землепользования (аграрное производство vs застройка vs природоохранные ограничения).

При слабом качестве исходных данных цифровые контуры легко превращаются в ускоритель ошибок; поэтому первичным приоритетом выступает выверка пространственной основы, стандартизация атрибутов и межведомственная сопоставимость наборов данных [8; 5].

На основании рассмотренных исследований рациональное землепользование как фактор устойчивости региона сводится к управленческому набору приоритетов:

— Охранно-восстановительный блок. Противоэрозионные мероприятия, лесополосы, ремонт и развитие мелиоративной инфраструктуры, профилактика деградации и рекультивация нарушенных земель [1; 7].

— Пространственно-регуляторный блок. Зонирование и регламентация режимов использования, ограничения конверсии продуктивных угодий, процедурная прозрачность предоставления участков и контроль соблюдения режимов [3; 2].

— Стратегический блок. Отдельная региональная стратегия землепользования либо специализированный раздел в стратегии социально-экономического развития с измеримыми показателями, бюджетной увязкой и регулярной отчётностью [9];

— Аналитический блок. Мониторинг динамики земельного фонда и угодий, интегральная оценка устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем, выявление территорий риска и настройка управленческих режимов по типам территорий [4; 10].

— Цифровой блок. Развитие инфраструктуры пространственных данных и цифровых сервисов управления землёй как основы доказательного контроля и сопоставимости решений [8; 5].

В российской практике наибольший эффект даёт не усложнение методик, а дисциплина управления данными и финансовая привязка восстановительных мер к измеримому экологическому результату. Приоритет «данные-в-порядке» повышает отдачу от любых остальных инструментов — от зонирования до мелиорации, поскольку снижает управленческую неопределённость и облегчает контроль исполнения решений.

Обсуждение

Рациональное землепользование удобно рассматривать как систему взаимосвязанных контуров:

1) структура земельного фонда и направления трансформаций;

2) состояние почв и характер деградационных процессов;

3) институциональная организация управления и согласование интересов;

4) стратегические документы и бюджетная логика;

5) цифровая инфраструктура данных и сервисов.

Эколого-экономическая устойчивость региона формируется на пересечении всех контуров, поэтому узкая настройка одного элемента без остальных даёт краткосрочный эффект.

Первый контур задаёт «материальную границу» устойчивости. Сокращение сельхозземель, рост лесного фонда и природоохранных категорий по-разному влияют на регионы. Для территорий с аграрной специализацией потеря пашни и фрагментация угодий быстро переходят в снижение валового выпуска и рост издержек. Для индустриально-урбанизированных регионов давление на землю проявляется через рост стоимости участков, усиление конфликтов использования и ускорение конверсии сельхозземель в застройку. Следовательно, универсальные нормативы по доле категорий земель плохо работают; нужна территориальная настройка ограничений и компенсаторных мер.

Второй контур переводит рациональность землепользования в язык «скрытых издержек». Экономическая логика, игнорирующая деградацию почв, создаёт ситуацию, когда прибыль текущего периода фактически субсидируется будущими расходами на восстановление. Для управленческих решений полезно фиксировать экологические издержки в явном виде, разносить эффекты и расходы по времени и учитывать долгий цикл восстановления плодородия. Тогда инвестиционные и бюджетные решения приобретают сопоставимость: проекты, дающие быстрый выпуск при ухудшении почв, начинают проигрывать проектам профилактики деградации и точечного восстановления.

Третий контур — институциональный — часто даёт более сильное влияние, чем агротехнологии. Несогласованность полномочий, дублирование функций, слабая координация между уровнем субъекта и муниципалитетами, конфликт интересов между привлечением инвестиций и охраной земель приводят к «управленческому шуму»: решения принимаются, но не исполняются либо исполняются фрагментарно. В таких условиях даже хорошо разработанные меры (например, ограничение конверсии угодий) теряют эффективность, потому что контроль и стимулы не синхронизированы.

Четвёртый контур связан со стратегическим планированием. При отсутствии самостоятельного стратегического блока землепользования регион получает набор несвязанных программ, где земля выступает «фоном» для отраслевых целей. На практике для устойчивости важна цепочка: показатель → инструмент → финансирование → контроль → корректировка. Региональная стратегия землепользования даёт площадку для такой цепочки, поскольку позволяет совместить планирование землепользования, природоохранные меры, мелиорацию, вовлечение неиспользуемых земель, цифровую модернизацию и бюджетную дисциплину.

Пятый контур — цифровизация — часто воспринимается как автоматическое улучшение управления. На деле цифровой слой без выверенной пространственной основы, единых классификаторов и сопоставимых атрибутов ускоряет ошибки. При сильной данных дисциплине цифровые сервисы превращаются в механизм предотвращения конфликтов землепользования и в основу доказательного контроля. Поэтому логика внедрения цифровых решений должна начинаться с качества данных: границы, виды разрешённого использования, фактическая нагрузка, характеристики почв, история нарушений и восстановительных мер.

В совокупности рациональное землепользование для региона сводится к управлению компромиссами. Компромисс между продовольственной стабильностью и урбанизацией достигается через ограничения конверсии и через компенсационные механизмы. Компромисс между инвестиционной активностью и экологическими ограничениями достигается через прозрачные правила предоставления участков и через обязательность восстановительных мероприятий. Компромисс между скоростью решений и их качеством достигается через цифровую инфраструктуру, где контроль не тормозит экономику, а снижает неопределённость.

Заключение

1. Трансформация земельного фонда по категориям и составу угодий напрямую влияет на эколого-экономическую устойчивость региона через ограничение аграрного потенциала, рост конфликтов использования территории и увеличение будущих расходов на восстановление земель.

2. Рациональное землепользование приобретает управленческий смысл при переходе к эколого-экономической оценке эффективности: экономический результат сопоставляется с экологическими затратами и ущербом, а долгосрочные эффекты учитываются через временную сопоставимость выгод и издержек.

3. На региональном уровне устойчивость усиливается при одновременном запуске пяти блоков: охранно-восстановительного (лесополосы, противоэрозионные меры, мелиорация), пространственно-регуляторного (зонирование и контроль режимов), стратегического (самостоятельная стратегия землепользования с показателями и бюджетной привязкой), аналитического (мониторинг динамики земельного фонда и интегральная оценка устойчивости территорий), цифрового (инфраструктура пространственных данных и сервисы контроля при приоритете качества исходных данных).

Литература

1. Адамов Э. В. Исследование устойчивого эколого-экономического развития аграрного землепользования регионов Центрально-Черноземного экономического района // Муниципалитет: экономика и управление. 2025. № 1. С. 77–87. EDN MFHWSQ.

2. Азжеурова М. В., Рязанцева С. Ю. Система управления земельными ресурсами региона // Наука и Образование. 2022. Т. 5, № 2. URL: https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/4531 (дата обращения: 25.01.2026).

3. Антропов Д. В. Территориальные инструменты развития регионального землепользования // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8, № 11. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_11_602. EDN SRUUVU.

4. Барсукова Г. Н., Барвинко О. А., Калугин А. О. Динамика земельного фонда Российской Федерации и Краснодарского края по категориям земель, составу и площади сельскохозяйственных угодий // Московский экономический журнал. 2025. № 2. DOI: 10.55186/2413046X_2025_10_2_37. URL: https://qje.su/ru/storage/download/184582 (дата обращения: 24.01.2026).

5. Вылегжанина В. В. Актуальные проблемы управления земельными ресурсами // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения: сборник материалов VI Национальной научно-практической конференции с международным участием (23–25 ноября 2022 г., Новосибирск): в 3 ч. Ч. 1. Новосибирск: СГУГиТ, 2023. С. 51–55. DOI: 10.33764/2687-041X-2023-1-51-55.

6. Джабраилова Б. С. Современные риски устойчивости землепользования в аграрном секторе регионов Северо-Запада // Продовольственная политика и безопасность. 2026. Т. 13, № 1. DOI: 10.18334/ppib.13.1.124532. EDN JAJZOP.

7. Дубовицкий А. А., Сазонов В. А. Эколого-экономический подход эффективного использования земельных ресурсов в современных условиях // Наука и Образование. 2023. Т. 6, № 2. URL: https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/5770 (дата обращения: 20.01.2026).

8. Цифровая трансформация и управление земельными ресурсами: устойчивые практики в регионе ЕЭК ООН и за его пределами: руководство (Публикация МФГ № 80) / FAO, ЕЭК ООН, МФГ (FIG). Рим, 2022. DOI: 10.4060/cc1908en. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-03/FIG%20Publication%20NO%2080%20RUS_0.pdf (дата обращения: 21.01.2026).

9. Кириллов Р. А., Чибиркина Е. А., Комаров С. И. Анализ стратегического планирования землепользования в субъектах Российской Федерации на современном этапе // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2024. Т. 17, № 3(82). С. 240–251. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_3_240.

10. Михеева А. С., Аюшеева С. Н., Бардаханова Т. Б., Ботоева Н. Б., Садыкова Э. Ц. Оценка эколого-экономической устойчивости территориальных природно-хозяйственных систем // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7, № 9. С. 359–374. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_9_540.

Rational land use as a factor in regional economic sustainability

Budaeva B.R.

State University of Land Management

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines rational land use as a determinant of regional environmental and economic sustainability. This topic is relevant given competing land-use functions (agricultural production, urbanization, infrastructure, and environmental protection) and the growing cumulative losses from soil degradation, land fragmentation, and management inconsistencies. The novelty lies in the convergence of disparate research areas—land resource dynamics, assessment of the environmental and economic sustainability of territorial natural and economic systems, strategic land use planning, territorial regulatory instruments, risk analytics, and digital management transformation—into a unified analytical framework for regional practice. The paper

describes the mechanisms of land transformation by category and the implications for food and investment stability. Management tools (zoning, land reclamation, erosion control measures, and economic incentives) were studied. Particular attention was paid to the relationships among data quality, management decisions, environmental impact, and economic outcomes.

Keywords: rational land use, environmental and economic sustainability, region, land fund, soil degradation, zoning, land reclamation, land monitoring, digital transformation, strategic planning.

References

1. Adamov E. V. Study of sustainable ecological and economic development of agricultural land use in the regions of the Central Black Earth Economic Region // Municipality: Economy and Management. 2025. No. 1. pp. 77–87. EDN MFHWSQ.
2. Azzheurova M. V., Ryazantseva S. Yu. Regional land resource management system // Science and Education. 2022. Vol. 5, No. 2. URL: https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/4531 (date accessed: 25.01.2026).
3. Antropov D. V. Territorial instruments for the development of regional land use // Moscow Economic Journal. 2023. Vol. 8, No. 11. DOI: 10.55186/2413046X_2023_8_11_602. EDN SRUUVU.
4. Barsukova G. N., Barvinko O. A., Kalugin A. O. Dynamics of the land fund of the Russian Federation and Krasnodar Krai by land category, composition and area of agricultural land // Moscow Economic Journal. 2025. No. 2. DOI: 10.55186/2413046X_2025_10_2_37. URL: https://qje.su/ru/storage/download/184582 (accessed: 24.01.2026).
5. Vylegzhanina V. V. Actual problems of land resources management // Regulation of land and property relations in Russia: legal and geospatial support, real estate valuation, ecology, technological solutions: collection of materials of the VI National scientific and practical conference with international participation (November 23-25, 2022, Novosibirsk): in 3 parts. Part 1. Novosibirsk: SGUGiT, 2023. pp. 51-55. DOI: 10.33764/2687-041X-2023-1-51-55.
6. Dzhabrailova B. S. Modern risks of land use sustainability in the agricultural sector of the North-West regions // Food policy and security. 2026. Vol. 13, No. 1. DOI: 10.18334/ppib.13.1.124532. EDN JAJZOP.
7. Dubovitsky, A. A., Sazonov, V. A. “An Ecological and Economic Approach to the Efficient Use of Land Resources in Modern Conditions.” Science and Education. 2023. Vol. 6, No. 2. Available at: https://opusmgau.ru/index.php/see/article/view/5770 (Accessed: 20.01.2026).
8. Digital Transformation and Land Management: Sustainable Practices in the UNECE Region and Beyond: A Handbook (FIG Publication No. 80) / FAO, UNECE, FIG. Rome, 2022. DOI: 10.4060/cc1908en. URL: https://unece.org/sites/default/files/2023-03/FIG%20Publication%20NO%2080%20RUS_0.pdf (accessed: 21.01.2026).
9. Kirillov R. A., Chibirkina E. A., Komarov S. I. Analysis of strategic land use planning in the constituent entities of the Russian Federation at the present stage // Bulletin of the Voronezh State Agrarian University. 2024. Vol. 17, No. 3(82). Pp. 240–251. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2024_3_240.
10. Mikheeva A. S., Ayusheeva S. N., Bardakhanova T. B., Botoeva N. B., Sadykova E. Ts. Assessment of ecological and economic sustainability of territorial natural and economic systems // Moscow Economic Journal. 2022. Vol. 7, No. 9. Pp. 359–374. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_9_540.

Современные методы прогнозирования потребления электроэнергии из возобновляемых источников: сравнительный анализ и перспективы применения

Гадиров Амал Аллахверан оглы
аспирант, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, a-gadirov@bk.ru

В статье представлен систематический обзор современных методов прогнозирования потребления электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников. Актуальность исследования обусловлена растущей долей ВИЭ в энергобалансах стран и связанной с этим волатильностью генерации, что требует принципиально новых подходов к прогнозированию спроса. На основе анализа научных публикаций рассматриваются четыре категории методов: классические статистические модели, модели на основе искусственного интеллекта, гибридные подходы и эволюционные алгоритмы. Особое внимание уделяется сравнению точности прогнозов на разных временных горизонтах. Показано, что гибридные модели, сочетающие разложение временных рядов с глубоким обучением, демонстрируют наиболее высокую точность: снижение ошибки прогноза (RMSE) может достигать 44–49% по сравнению с базовыми моделями, а в некоторых конфигурациях — до 39–42% по метрикам MAPE, RMSE и MAE. Сделан вывод об отсутствии универсального метода прогнозирования и необходимости учета характеристик входных данных. Предложены критерии выбора метода прогнозирования в зависимости от целей исследования и доступных данных.

Ключевые слова: прогнозирование электропотребления, возобновляемые источники энергии, временные ряды, ARIMA, LSTM, гибридные модели, машинное обучение, разложение сигналов.

Введение

Точное прогнозирование потребления электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников, становится критически важной задачей для современных энергосистем. Растущая доля ВИЭ в энергобалансах стран сопровождается присущей возобновляемым источникам волатильностью генерации, зависящей от погодных условий, что создает серьезные вызовы для системных операторов, энергокомпаний и рыночных регуляторов [1]. По оценкам отраслевых экспертов, снижение ошибки прогноза электропотребления всего на 1% может обеспечить крупной энергетической компании экономию до 10 миллионов долларов США в год за счет оптимизации режимов работы генерирующего оборудования, снижения затрат на резервирование и повышения эффективности торговли на оптовом рынке электроэнергии и мощности.

Особую сложность представляет прогнозирование именно «зеленой» составляющей электропотребления. В отличие от традиционной генерации на ископаемом топливе, где объемы выработки могут достаточно точно планироваться и регулироваться диспетчером, потребление энергии из ВИЭ имеет двойственную природу. С одной стороны, оно зависит от поведения потребителей (как и обычное электропотребление), а с другой — от фактической доступности возобновляемого ресурса, которая может существенно варьироваться даже в пределах одного дня [2].

Несмотря на значительный прогресс в развитии методов прогнозирования, область сталкивается с рядом серьезных вызовов. К числу основных проблем относятся нестационарность данных, обусловленная изменением поведения потребителей и зависимостью от погодных условий; неравномерность географического охвата существующих исследований, когда большинство работ основано на данных развитых стран; отсутствие универсальной методологии выбора оптимальной модели для конкретного набора данных и горизонта прогнозирования; а также высокая чувствительность нейросетевых и гибридных моделей к выбору гиперпараметров [3; 4; 5].

Цель исследования — провести систематический обзор и сравнительный анализ современных методов прогнозирования потребления электроэнергии из возобновляемых источников, выявить их преимущества и ограничения, а также предложить критерии выбора метода в зависимости от характеристик исходных данных и требуемого горизонта прогнозирования. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: классификация существующих методов прогнозирования электропотребления из ВИЭ; проведение сравнительного анализа точности различных методов на основе эмпирических данных; выявление основных проблем и вызовов прогнозирования в данной предметной области; разработка рекомендаций по выбору метода прогнозирования для различных исследовательских и прикладных задач.

Научная новизна заключается в систематизации и сравнительном анализе новейших гибридных подходов к прогнозированию (EMD-LSTM, EEMD-BiGRU, VMD-BiLSTM и др.), а также в разработке критериального подхода к выбору метода прогнозирования с учетом характеристик временных рядов и горизонта прогнозирования.

Методы

Для проведения систематического обзора была разработана методология, включающая определение критериев отбора литературных источников, формирование классификационных признаков для группировки методов прогнозирования, а также выбор метрик для сопоставимой оценки точности прогнозов. Отбор литературы осуществлялся на основе нескольких критериев. Во-первых, рассматривались публикации в рецензируемых научных журналах и материалах авторитетных международных конференций за период с 2020 по 2026 год, что позволило охватить наиболее актуальные исследования в быстро развивающейся области прогнозирования в энергетике. Во-вторых, обязательным требовалось наличие в публикациях эмпирических результатов с количественными метриками точности прогнозов, что обеспечивало возможность сопоставительного анализа различных методов. В-третьих, отбирались только те исследования, в которых объем выборки данных составлял не менее 500 наблюдений, поскольку модели машинного обучения требуют репрезентативных данных для корректного обучения и валидации. Нако-

нец, важным критерием являлось четкое описание методологии, позволяющее воспроизвести полученные результаты и понять особенности применения каждого метода.

В основу классификации методов прогнозирования были положены несколько классификационных признаков, отражающих различные аспекты подходов к прогнозированию. По горизонту прогнозирования методы разделялись на краткосрочные (до семи дней), среднесрочные (до одного года) и долгосрочные (более одного года), поскольку каждый из этих типов имеет свою специфику и области применения. По типу модели выделялись статистические методы, методы машинного обучения, методы глубокого обучения и гибридные подходы, сочетающие элементы различных методологий. По способу обработки входных данных учитывалось, применяется ли предварительное разложение временного сигнала на составляющие компоненты или прогнозирование осуществляется по исходному ряду. По архитектуре модели рассматривались однослойные и многослойные нейронные сети, сверточные и рекуррентные архитектуры, а также современные модели с механизмами внимания.

Для обеспечения сопоставимости результатов различных исследований использовались стандартные метрики оценки точности прогнозов, широко применяемые в международной научной практике. Среднеквадратическая ошибка (RMSE) позволяет оценить величину ошибки в единицах измерения исходного ряда с повышенными штрафами за крупные отклонения. Средняя абсолютная ошибка (MAE) дает представление о типичной величине ошибки прогноза. Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE) обеспечивает возможность сравнения точности на рядах различной размерности и масштаба. Коэффициент детерминации (R^2) показывает, какая доля дисперсии исходного ряда объясняется построенной моделью. Совместное использование этих метрик позволяет всесторонне оценить качество прогнозирования и провести корректное сравнение различных методов между собой.

Результаты

Проведенный анализ современной научной литературы позволяет представить развернутую классификацию методов прогнозирования потребления электроэнергии из возобновляемых источников, а также дать количественную и качественную оценку их эффективности. Все многообразие существующих подходов может быть сгруппировано в четыре основные категории: классические статистические модели, модели на основе машинного и глубокого обучения, гибридные модели, сочетающие предварительную обработку данных с нейросетевыми архитектурами, а также эволюционные алгоритмы, применяемые преимущественно для оптимизации параметров прогнозных моделей. Обобщенная характеристика этих категорий представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика методов прогнозирования электропотребления из ВИЭ

Категория	Основные методы	Преимущества	Ограничения
Классические статистические	ARIMA, SARIMA, экспоненциальное сглаживание	Интерпретируемость, низкие вычислительные затраты	Не улавливают нелинейности, требуют стационарности [4]
Машинного обучения	Случайный лес, градиентный бустинг, SVM	Улавливают нелинейные зависимости	Требуют настройки гиперпараметров [5]
Глубокого обучения	LSTM, BiLSTM, GRU, BiGRU	Моделируют долговременные зависимости, высокая точность	Требуют больших объемов данных [6]
Гибридные с разложением	EMD/EEMD/VMD/CEEMDAN + LSTM/GRU/BiLSTM/BiGRU	Наивысшая точность, решение проблемы нестационарности	Высокая сложность реализации [7, 8]

Классические статистические методы, среди которых наиболее известны модели авторегрессии проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA), их сезонные модификации (SARIMA), а также методы экспоненциального сглаживания Хольта-Уинтерса, на протяжении десятилетий оставались основным инструментарием прогнозирования временных рядов в энергетике [3]. Их главными преимуществами являются интерпретируемость результатов, относительно низкие вычислительные затраты и хорошая эффективность при работе с линейными процессами, имеющими четко выраженную сезонную компоненту. Однако, как показывают современные исследования, в задачах прогнозирования электропотребления из возобновляемых источников, где нелинейность и нестационарность рядов выражены особенно сильно из-за зависимости от погодных факторов и стохастического поведения потребителей, классические статистические модели демонстрируют существенно более низкую точность по сравнению с альтернативными подходами [2].

Модели на основе машинного обучения и глубоких нейронных сетей в последнее десятилетие стали стандартом де-факто для задач прогнозирования в энергетике благодаря их способности улавливать сложные нелинейные зависимости в данных [5]. Особую популярность приобрели рекуррентные нейронные сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM), которые специально разработаны для решения проблемы затухания градиента при обучении на длинных последовательностях, что делает их идеальными для анализа многолетних рядов электропотребления. Дальнейшее развитие этого подхода привело к появлению двунаправленных архитектур (BiLSTM и BiGRU), которые позволяют дополнительно повысить точность прогнозов за счет учета контекста как из прошлых, так и из будущих состояний ряда относительно прогнозируемой точки [6].

Наибольший прогресс в повышении точности прогнозирования в последние годы связан с развитием гибридных подходов, сочетающих предварительное разложение исходного временного ряда на составляющие компоненты с последующим моделированием каждой компоненты с использованием нейросетевых архитектур [8]. Логика такого подхода заключается в том, что сложный нестационарный ряд, каким является электропотребление из ВИЭ, может быть представлен как сумма более простых и стабильных компонент, каждая из которых обладает своими частотными и амплитудными характеристиками [9].

В исследовании Jia et al. (2024), проведенном на данных солнечной электростанции в китайской провинции Хэбэй установленной мощностью 20 мегаватт, сравнивалось шесть гибридных моделей (EMD-BiLSTM, EMD-BiGRU, EEMD-BiLSTM, EEMD-BiGRU, VMD-BiGRU и CEEMDAN-BiGRU) с семью стандартными моделями машинного обучения [1]. Гибридные модели показали снижение ошибок прогноза на 44–49% по среднеквадратической ошибке RMSE, на 43–48% по средней абсолютной ошибке MAE и на 44–53% по средней абсолютной процентной ошибке MAPE. Наилучший результат продемонстрировала модель EEMD-BiGRU, для которой были достигнуты следующие показатели точности: RMSE составил 0,7662, MAE — 0,3990, MAPE — 7,98%, а коэффициент детерминации R^2 достиг значения 0,9865, что означает объяснение моделью более 98 процентов дисперсии исходного ряда [1]. Сравнительная точность гибридных моделей представлена в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная точность гибридных моделей прогнозирования [1]

Модель	RMSE	MAE	MAPE (%)	R^2
EEMD-BiGRU	0,7662	0,3990	7,98	0,9865
EMD-BiGRU	1,1038	0,6081	12,58	0,9724
VMD-BiGRU	1,1539	0,6489	13,62	0,9699
CEEMDAN-BiGRU	1,4072	0,8510	17,95	0,9551

В исследовании Balcı et al. (2024) предложена гибридная модель, сочетающая EMD и VMD с LSTM для прогнозирования ветровой энергии [2]. Авторы показали, что двухступенчатое разложение значительно повышает точность прогнозирования: предложенная модель достигла значений R^2 на 9,5% выше по сравнению со стандартными LSTM-моделями [2; 6]. Исследование с использованием фреймворка множественного ввода и множественного вывода (MIMO) показало, что адаптивные методы декомпозиции, особенно VMD и EMD, обеспечивают наивысшую точность и стабильность на различных горизонтах прогнозирования, при этом оставаясь относительно легковесными с точки зрения вычислительных затрат [4]. Применение VMD и EMD позволяет эффективно решать проблему накопления ошибок при долгосрочном прогнозировании, поскольку каждая компонента прогнозируется независимо, и ошибки отдельных прогнозов не суммируются, а могут даже компенсировать друг друга при агрегации результатов [4].

Обсуждение

Полученные в ходе обзора результаты согласуются с выводами ряда зарубежных исследований. Высокая эффективность гибридных моделей на основе эмпирической модовой декомпозиции (EMD и EEMD) подтверждается работами как в области прогнозирования солнечной генерации, так и в смежных областях — прогнозировании качества воздуха и финансовых временных рядов [7; 9]. Особенно важно отметить, что преимущества гибридных подходов наиболее ярко проявляются при работе с сильно нестационарными рядами, что характерно именно для возобновляемой энергетики.

Вместе с тем, проведенный анализ выявил ряд существенных ограничений, присущих современным методам прогнозирования. Первой и

наиболее фундаментальной проблемой является нестационарность данных, обусловленная изменением поведения потребителей под влиянием экономических и социальных факторов, зависимостью от погодных условий, которые сами по себе сложны для прогнозирования, а также воздействием регуляторных изменений в энергетической политике [3]. Это требует постоянной адаптации моделей и периодического переобучения на актуальных данных, что не всегда возможно в условиях ограниченных вычислительных ресурсов.

Второй важной проблемой выступает неравномерность географического охвата существующих исследований. Подавляющее большинство опубликованных работ основано на данных развитых стран, прежде всего США, государств Европейского союза и Китая, где созданы развитые системы сбора и хранения данных об энергопотреблении [5]. В то же время для развивающихся экономик, где волатильность энергопотребления часто выше из-за менее стабильных экономических условий и более быстрых темпов роста, количество исследований существенно меньше, что ограничивает возможность обобщения выводов и разработки универсальных рекомендаций.

Третья проблема заключается в отсутствии универсальной методологии выбора оптимальной модели для конкретного набора данных и горизонта прогнозирования [4]. Как справедливо отмечается в современной литературе, не существует единого метода, который был бы наилучшим для всех типов данных и всех задач прогнозирования. Выбор подхода требует учета характеристик конкретного временного ряда, включая его длину, частоту дискретизации, наличие пропусков, степень нестационарности и сезонности, а также требуемого горизонта прогнозирования и доступных вычислительных ресурсов.

Четвертой проблемой является высокая чувствительность нейросетевых и гибридных моделей к выбору гиперпараметров, таких как количество слоев и нейронов в каждом слое, размер окна ретроспективного анализа, скорость обучения, функции активации и многие другие [7]. Подбор оптимальных значений этих параметров требует значительных вычислительных ресурсов и высокой квалификации исследователя, что ограничивает применение наиболее сложных методов в практической деятельности энергокомпаний, не располагающих специализированными исследовательскими подразделениями.

Проведенный анализ позволяет сформулировать ряд рекомендаций по выбору метода прогнозирования в зависимости от конкретных условий задачи. При малом объеме данных, составляющем менее пятидесяти наблюдений, применение нейросетевых методов нецелесообразно ввиду невозможности их корректного обучения, и предпочтение следует отдавать простым экспоненциальным моделям или методам, основанным на теории серых систем. При наличии ярко выраженной сезонности, особенно с несколькими сезонными циклами, хорошо зарекомендовали себя модели SARIMA, Prophet и метод Хольта-Уинтерса. В случаях, когда данные демонстрируют сильную нелинейность и сложные паттерны, наиболее эффективны гибридные модели на основе EEMD или VMD в комбинации с двунаправленными рекуррентными сетями. Если доступны экзогенные факторы, такие как прогнозы погоды, данные о праздничных днях или экономические индикаторы, их включение в модель через механизмы формирования дополнительных признаков позволяет существенно повысить точность прогнозов. В ситуациях, где критическое значение имеет интерпретируемость результатов, например, при обосновании инвестиционных решений перед регуляторами, предпочтение следует отдавать классическим статистическим моделям с прозрачной структурой. При решении задач долгосрочного прогнозирования, где критически важна минимизация накопления ошибок, наилучшие результаты демонстрируют гибридные модели со стратегией множественного выхода MIMO, обеспечивающие независимое прогнозирование отдельных компонент временного ряда [4]. Обобщенные рекомендации представлены в таблице 3.

Таблица 3

Рекомендации по выбору метода прогнозирования

Характеристика данных	Рекомендуемый метод	Обоснование
Малый объем данных	Простые экспоненциальные модели	Нейросетевые методы требуют больших выборок
Ярко выраженная сезонность	SARIMA, Prophet	Классические методы хорошо улавливают сезонные паттерны
Сильная нелинейность	EEMD-BiGRU, VMD-BiLSTM	Способны моделировать сложные нелинейные зависимости [1, 4]
Наличие экзогенных факторов	LSTM с включением экзогенных переменных	Позволяют учесть внешние влияющие факторы
Критическая важность точности	EEMD-BiGRU	Обеспечивает минимальную ошибку прогноза [1]

Настоящая работа вносит вклад в систематизацию современных методов прогнозирования потребления электроэнергии из возобновляемых источников. В отличие от предыдущих обзоров, которые фокусировались либо на отдельных классах методов, либо на конкретных типах ВИЭ, данная работа предлагает интегральную классификацию, охватывающую как классические статистические подходы, так и новейшие гибридные архитектуры. Кроме того, предложенные критерии выбора метода прогнозирования с учетом характеристик временных рядов и горизонта прогнозирования могут служить практическим руководством для исследователей и практиков.

Следует признать ряд ограничений. Во-первых, проведенный обзор опирается на опубликованные результаты исследований, которые могут содержать публикационное смещение в сторону более успешных моделей. Во-вторых, сравнительный анализ точности различных методов осложняется различиями в исходных данных, метриках оценки и методологиях проведения экспериментов. В-третьих, быстрое развитие области означает, что некоторые новейшие подходы (например, трансформерные архитектуры) могут быть не в полной мере отражены в обзоре.

Заключение

Проведенный анализ современной научной литературы позволяет сформулировать несколько ключевых выводов.

Во-первых, за последние годы произошел существенный сдвиг в методологии прогнозирования электропотребления из возобновляемых источников: от классических статистических моделей к гибридным подходам, сочетающим разложение временных рядов и глубокое обучение [1; 4; 8]. Классические статистические методы, такие как ARIMA и экспоненциальное сглаживание, сохраняют свою актуальность лишь для ограниченного класса задач — при работе со стационарными рядами, имеющими четко выраженную сезонную компоненту, и при малых объемах данных.

Во-вторых, наибольшую точность демонстрируют гибридные модели на основе ансамблевой эмпирической модовой декомпозиции (EEMD) и вариационной модовой декомпозиции (VMD) в комбинации с двунаправленными рекуррентными нейросетями (BiGRU, BiLSTM). Снижение ошибки прогноза может достигать 44–49% по сравнению с базовыми моделями, а в некоторых конфигурациях — до 39–42% по метрикам MAPE, RMSE и MAE [1]. Наилучшие количественные показатели зафиксированы для модели EEMD-BiGRU: RMSE — 0,7662, MAE — 0,3990, MAPE — 7,98%, R^2 — 0,9865.

В-третьих, отсутствие универсального метода прогнозирования требует дифференцированного подхода к выбору модели в зависимости от характеристик исходных данных и горизонта прогнозирования [4]. Предложенные в статье критерии выбора могут служить практическим руководством для исследователей и практиков: при малом объеме данных предпочтительны простые экспоненциальные модели; при ярко выраженной сезонности — SARIMA, Prophet или метод Хольта-Уинтерса; при сильной нелинейности — гибридные модели на основе EEMD или VMD с двунаправленными рекуррентными сетями; при наличии экзогенных факторов — LSTM с включением дополнительных признаков; при критической важности точности — EEMD-BiGRU; при долгосрочном прогнозировании — гибридные модели со стратегией множественного выхода MIMO.

В-четвертых, несмотря на значительный прогресс в развитии методов прогнозирования, область сталкивается с рядом серьезных вызовов: нестационарность данных, неравномерность географического охвата исследований, отсутствие универсальной методологии выбора модели, высокая чувствительность нейросетевых и гибридных моделей к выбору гиперпараметров [3; 4; 5; 7]. Преодоление этих ограничений требует дальнейших исследований, включая развитие гибридных моделей с использованием трансформерных архитектур и механизмов внимания, разработку методов автоматического выбора оптимальной модели под конкретный датасет, а также интеграцию вероятностных подходов для оценки неопределенности прогнозов.

Литература

1. Jia L., Yun S., Zhao Z., Guo J., Meng Y., Li X., Shi J., He N., Yang L. Improving short-term forecasting of solar power generation by using an EEMD-BiGRU model: A comparative study based on seven standalone models and six hybrid models // International Journal of Green Energy. – 2024. – Vol. 21, No. 11. – P. 2547-2563. – DOI: 10.1080/15435075.2024.2356103.

2. Balcı M., Dokur E., Yüzgeç U., Erdoğan N. Multiple decomposition-aided long short-term memory network for enhanced short-term wind power forecasting // IET Renewable Power Generation. – 2024. – Vol. 18, No. 3. – P. 331-347. – DOI: 10.1049/rpg2.12919.

3. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. – 5th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2015. – 712 p.

4. D'Urso P., Massari R. Fuzzy clustering of human activity patterns // Applied Soft Computing. – 2020. – Vol. 96. – Article 106535. – DOI: 10.1016/j.asoc.2020.106535.

5. Wang J., Li Y., Zhang X. Short-term wind power forecasting based on CEEMDAN and bidirectional LSTM neural network // Energy Reports. – 2022. – Vol. 8. – P. 1425-1435. – DOI: 10.1016/j.egyr.2022.02.123.

6. Balcı M., Dokur E., Yüzgeç U., Erdoğan N. Multiple decomposition-aided long short-term memory network for enhanced short-term wind power forecasting // IET Renewable Power Generation. – 2024. – Vol. 18, No. 3. – P. 331-347. – URL: https://hdl.handle.net/11552/3628.

7. Zhao G., Zhao Z. Emd-Dl: A Hybrid Forecasting Approach Using Empirical Mode Decomposition and Deep Learning for Time Series Prediction // SSRN. – 2024. – Paper ID 5018644. – DOI: 10.2139/ssrn.5018644.

8. Wu Q., Lin H. Daily urban air quality index forecasting based on variational mode decomposition, sample entropy and LSTM neural network // Sustainable Cities and Society. – 2019. – Vol. 50. – Article 101657. – DOI: 10.1016/j.scs.2019.101657.

9. Zhang Y., Liu B., Zhang Y. A hybrid short-term wind power forecasting model based on CEEMDAN and improved sparrow search algorithm with LSTM // Energy Reports. – 2023. – Vol. 9. – P. 126-138. – DOI: 10.1016/j.egyr.2023.01.045.

Modern methods of forecasting electricity consumption from renewable sources: comparative analysis and application prospects

Gadirov Amal Allahveran oglu

Moscow State Institute of International Relations (University) Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents a systematic review of modern methods of forecasting the consumption of electricity produced from renewable sources. The relevance of the study is due to the growing share of renewable energy sources in the energy balances of countries and the associated generation volatility, which requires fundamentally new approaches to forecasting demand. Based on the analysis of scientific publications, four categories of methods are considered: classical statistical models, models based on artificial intelligence, hybrid approaches and evolutionary algorithms. Special attention is paid to comparing the accuracy of forecasts over different time horizons. It is shown that hybrid models combining time series decomposition with deep learning demonstrate the highest accuracy: a reduction in prediction error (RMSE) can reach 44-49% compared to the basic models, and in some configurations — up to 39-42% according to the MAPE, RMSE and MAE metrics. It is concluded that there is no universal forecasting method and it is necessary to consider the characteristics of the input data. Criteria for choosing a forecasting method are proposed, depending on the research objectives and available data.

Keywords: forecasting of electricity consumption, renewable energy sources, time series, ARIMA, LSTM, hybrid models, machine learning, signal decomposition.

References

1. Jia L., Yun S., Zhao Z., Guo J., Meng Y., Li X., Shi J., He N., Yang L. Improving short-term forecasting of solar power generation by using an EEMD-BiGRU model: A comparative study based on seven standalone models and six hybrid models // International Journal of Green Energy. – 2024. – Vol. 21, No. 11. – P. 2547-2563. – DOI: 10.1080/15435075.2024.2356103.

2. Balcı M., Dokur E., Yüzgeç U., Erdoğan N. Multiple decomposition-aided long short-term memory network for enhanced short-term wind power forecasting // IET Renewable Power Generation. – 2024. – Vol. 18, No. 3. – P. 331-347. – DOI: 10.1049/rpg2.12919.

3. Box G.E.P., Jenkins G.M., Reinsel G.C., Ljung G.M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. – 5th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2015. – 712 p.

4. D'Urso P., Massari R. Fuzzy clustering of human activity patterns // Applied Soft Computing. – 2020. – Vol. 96. – Article 106535. – DOI: 10.1016/j.asoc.2020.106535.

5. Wang J., Li Y., Zhang X. Short-term wind power forecasting based on CEEMDAN and bidirectional LSTM neural network // Energy Reports. – 2022. – Vol. 8. – P. 1425-1435. – DOI: 10.1016/j.egyr.2022.02.123.

6. Balcı M., Dokur E., Yüzgeç U., Erdoğan N. Multiple decomposition-aided long short-term memory network for enhanced short-term wind power forecasting // IET Renewable Power Generation. – 2024. – Vol. 18, No. 3. – P. 331-347. – URL: https://hdl.handle.net/11552/3628.

7. Zhao G., Zhao Z. Emd-Dl: A Hybrid Forecasting Approach Using Empirical Mode Decomposition and Deep Learning for Time Series Prediction // SSRN. – 2024. – Paper ID 5018644. – DOI: 10.2139/ssrn.5018644.

8. Wu Q., Lin H. Daily urban air quality index forecasting based on variational mode decomposition, sample entropy and LSTM neural network // Sustainable Cities and Society. – 2019. – Vol. 50. – Article 101657. – DOI: 10.1016/j.scs.2019.101657.

9. Zhang Y., Liu B., Zhang Y. A hybrid short-term wind power fore-casting model based on CEEMDAN and improved sparrow search algorithm with LSTM // Energy Reports. – 2023. – Vol. 9. – P. 126-138. – DOI: 10.1016/j.egyr.2023.01.045.

Роль компаний с государственным участием в достижении стратегических целей развития государства

Гордеев Федор Степанович
аспирант, Ульяновский государственный университет, fedor.gordeev.91@mail.ru

В статье подчеркивается роль компаний с государственным участием в достижении стратегических целей развития государства, поскольку компании с государственным участием функционируют именно в стратегически значимых для развития государства отраслях. В статье проведен анализ некоторых показателей деятельности компаний с государственным участием в экономике Российской Федерации. По результатам анализа стратегических документов развития компаний с государственным участием сделан вывод о необходимости координации системы управления компаний с государственным участием и системы стратегического планирования отраслей и Российской Федерации в целом.

Ключевые слова: компании с государственным участием, документы стратегического планирования компаний с государственным участием, адаптивное управление развитием компаний с государственным участием.

Введение

Федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации" от 28.06.2014 №172-ФЗ [6] определяет принципы и систему стратегического планирования в РФ и предусматривает широкий круг участников стратегического планирования, включая компании с государственным участием. Участвуя в деятельности компаний в различных сферах экономики, государство решает задачи приоритетного развития определенных отраслей. В связи с этим, стратегия развития компаний с государственным участием, с необходимостью должна сочетаться с отраслевой стратегией, а также в целом со стратегическими целями развития государства.

Методы исследования

В статье проводится анализ участия компаний с государственным участием в развития стратегически важных и приоритетных отраслей экономики России с помощью методов статистического анализа, сравнения, группировки, расчета относительных показателей динамики и структуры. Также на основе применения системного подхода в стратегическом планировании обосновывается необходимость адаптации целей стратегического развития компаний с государственным участием со стратегическими целями развития отраслей, в которых они функционируют, а также со стратегическими целями развития государства.

Теоретическая и практическая значимость представленного в статье исследования состоит в том, что, учитывая значительную роль компаний с государственным участием в достижении стратегических целей развития государства, обоснована необходимость адаптации целей стратегического развития компаний с государственным участием со стратегическими целями развития отраслей и государства в целом.

Основная часть

Несмотря на снижение численности компаний с государственным участием (в 2016 году их число составляло более 3,5 тысяч компаний, в 2023 году число компаний с государственным участием снизилось более, чем на 1,1 тысяч единиц), компании с государственным участием играют важную роль в развитии приоритетных и стратегически значимых отраслей экономики России. [7]

Компании с государственным участием функционируют в отраслях, в которых необходимо обеспечить стабильное развитие, более жесткий контроль государства за использованием и распределением ресурсов. Так, в сырьевом секторе экономики (нефть и газ) доля компаний с государственным участием составляет 49% капитализации рынка, в банковском и финансовом секторе - 32%, на транспорте – 8% (рисунок 1).

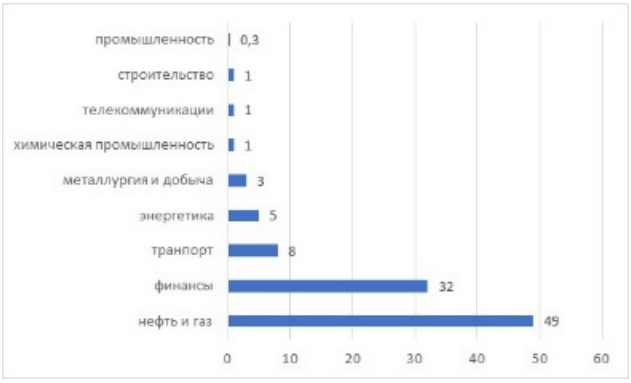


Рис.1 – Доля компаний с государственным участием в капитализации рынка различных отраслей экономики России, % [7]

Если рассмотреть долу участия компаний с государственным участием в различных отраслях экономики, то наибольшую долю такие компании занимают в транспортной сфере - это 90% от всех компаний этой отрасли, в банковском и финансовом секторе, доля компаний с государственным участием составляет 81%, в сырьевом секторе (нефть, газ) – 57%, в энергетике – 44%, в химической промышленности – 19%, телекоммуникациях – 18%, металлургии – 11%, промышленности – 7%, строительстве – 6%. [7]

Основным стратегическим приоритетом развития государства на ближайшие 10 лет является развитие транспортной инфраструктуры, в

связи с этим участие государства в деятельности компаний транспортной отрасли имеет стратегическое значение, обеспечивая реализацию крупных инфраструктурных проектов, обеспечивая значительный объем инвестиций за счет средств федерального бюджета.

Значительное присутствие компаний с государственным участием в сырьевом секторе экономике и в энергетике обусловлено необходимостью контроля государства над добычей и продажей основной экспортной составляющей РФ – нефти и газа, а также контроля над нефтегазовыми доходами, занимающими значительную долю в федеральном бюджете РФ.

Эффективным механизмом достижение стратегических целей развития государства является реализация национальных проектов, федеральных программ в составе национальных проектов, а также государственных программ и ведомственных целевых программ.

В сфере экономики реализуются такие важные национальные проекты [1], как:

- «Эффективная транспортная система», целью которого является рост мощности транспортной инфраструктуры в 2 раза к 2030 году, в рамках реализации нацпроекта планируется проведение модернизации аэропортов, строительство портовой инфраструктуры, развитие высокоскоростного железнодорожного сообщения, развитие морского и речного сообщения;

- «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», реализация данного национального проекта будет способствовать росту объемов производства современной гражданской транспортной техники по четырем направлениям: выпуск отечественных судов, самолётов, электромобилей и электропоездов;

- «Новые атомные и энергетические технологии», целью данного национального проекта является обеспечение мирового лидерства страны в атомной сфере, а также суверенитета в новых энергетических технологиях;

- «Средства производства и автоматизации» - национальный проект, направленный на технологическое перевооружение промышленности, обеспечение российской обрабатывающей промышленности современными отечественными станками и комплектующими, что позволит повысить конкурентоспособность российской экономики;

- «Новые материалы и химия» - национальный проект в России, запущенный в 2025 году, направлен на создание инновационных технологий и внедрение их в промышленное производство для выпуска новых продуктов и стимулирования передовых разработок в различных сферах - от медицины и сельского хозяйства до автомобилестроения и исследования космоса;

- «Беспилотные авиационные системы», «Развитие космической деятельности Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», «Технологическое обеспечение биоэкономики». [1]

В реализации данных национальных проектов участвуют компании с государственным участием.

Под компанией с государственным участием понимаются «юридические лица, в уставных капиталах которых доля (вклад) Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, составляет более чем пятьдесят процентов и (или) в отношении которых Российская Федерация, субъект Российской Федерации, имеют право прямо или косвенно распоряжаться более чем пятьюдесятью процентами общего количества голосов, приходящихся на голосующие акции (доли), составляющие уставные капиталы таких юридических лиц, государственные унитарные предприятия, государственные компании, государственные корпорации, а также юридические лица, имущество которых либо более чем пятьдесят процентов акций или долей в уставном капитале которых принадлежат государственным корпорациям». [8]

Эффективность деятельности таких компаний оценивается согласно Методическим рекомендациям, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 28.12.2020 №3579-р «Об утверждении методических рекомендаций по формированию и применению ключевых показателей эффективности деятельности акционерных обществ, акции которых находятся в собственности Российской Федерации, и отдельных некоммерческих организаций в целях определения размера вознаграждения их руководящего состава». Данные методические рекомендации содержат перечни рекомендованных ключевых показателей эффективности (КПЭ), порядок их расчета и установления целевых значений. [4]

Согласно данным Методическим рекомендациям ключевые показатели эффективности (КПЭ) деятельности рекомендуется объединять в 2 группы: 1) характеризующие финансово-экономические результаты деятельности и 2) отраслевые показатели, сформированные на основе национальных целей и единого плана по их достижению, утверждаемого Правительством РФ, отраслевых стратегий организаций, стратегий развития организаций, а также долгосрочных программ развития организаций, национальных проектов и государственных программ РФ, обеспечивая таким образом согласованность стратегических целей развития компаний и стратегических целей развития отрасли и государства.

Функциональный ключевой показатель эффективности (ФКПЭ) устанавливается для соответствующего должностного лица руководящего состава организации независимо от количества работников, исполняющих обязанности этого лица в течение отчетного года, в том числе временно.

Учитывая особенности развития компаний, состав, удельный вес и годовые целевые значения КПЭ и ФКПЭ деятельности каждой организации устанавливаются в соответствии с решениями межведомственной рабочей группы.

Регулярно (ежемесячно и ежеквартально) должен обеспечиваться и проводиться мониторинг достижения годовых целевых значений и промежуточных целевых значений КПЭ посредством размещения данных на межведомственном портале по управлению государственной собственностью, а также на информационных панелях государственной автоматизированной информационной системы «Управление».

В 2024 году Правительство РФ утвердило расширенный перечень показателей для депремирования должностных лиц и руководителей госкомпаний, если они не достигают установленных КПЭ, в число которых входит:

1) несоблюдение рекомендаций по сокращению операционных расходов организации — за отсутствие установленных результатов такой работы гендиректор может лишиться 20% премии;

2) неисполнение установленных показателей цифровой трансформации организации — должностные лица и руководители, не исполнившие эти показатели, могут лишиться 20% премии.

Руководители и сотрудники, отвечающие за ключевые направления, обязаны публиковать отчеты о достижении ключевых показателей эффективности.

Таким образом, при управлении развитием компаний с государственным участием в качестве показателей эффективности целесообразно использовать не просто показатели эффективности бизнес-модели компании, но и оценивать показатели эффективности управления компаниями с государственным участием, учитывая их роль в достижении стратегических целей развития отрасли и государства. Очевидна необходимость адаптации и согласования стратегических целей развития компаний с государственным участием со стратегическими целями развития отрасли и государства. В случае корректировки целей стратегического развития государства и целей отраслевых стратегий необходимо адаптировать и цели стратегического развития компаний с государственным участием.

Рассматривая стратегические документы развития некоторых компаний с государственным участием со стратегиями развития отраслей, можно выявить некоторые проблемы:

- несогласованность временных рамок стратегического планирования. Например, Транспортная стратегия РФ разработана и принята на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035г., Комплексная программа развития транспортной отрасли принята до 2030г., а стратегия развития Объединенной авиастроительной корпорации (ОАО) разработана до 2035 года [5, 2];

- стратегические документы компаний с государственным участием имеют отличные от отраслевых показатели развития. Например, в стратегии Объединенной судостроительной корпорации до 2036 года ставилась цель увеличить объём производства в 2–3 раза — до 600–750 судов к 2036 году, а при лучшем сценарии — до 1000 судов. Однако эти показатели зависели от уровня господдержки (не менее 30% от себестоимости строительства судна), что не всегда совпадало с возможностями бюджета и приоритетами государственной политики [3];

- концентрация на финансовых показателях эффективности деятельности, а не на вкладе в достижение стратегических целей развития отрасли, а также использование различных формулировок целевых показателей и показателей эффективности.

Заключение

В результате рассмотрения стратегий развития госкомпаний выявлена несогласованность документов стратегического развития Российской Федерации, отраслевых документов стратегического развития и стратегий развития компаний с государственным участием, вызванные следующими причинами:

- отсутствие единого подхода к стратегическому планированию на федеральном уровне по отношению к разработке и принятию отраслевых стратегий и стратегий развития госкомпаний, они часто слабо коррелируют между собой;

- отсутствие единых методологических подходов к определению целей, показателей эффективности и сценариев развития в госкомпаниях и отраслевых органах;

- влияние государства как собственника, которое может вносить противоречивые указания или менять приоритеты в зависимости от текущих политических задач и целей развития;

- внутренние противоречия в финансовых целях деятельности госкомпаний и целях, определенных собственником и другие.

Учитывая данные обстоятельства в целях совершенствования управления компаниями с государственным участием необходима адаптация стратегических документов развития госкомпаний с отраслевыми стратегиями и стратегическим целями развития государства, унификация методологий планирования и регулярный мониторинг реализации стратегий.

Литература

1. Национальные проекты России // https://национальныепроекты.рф/ (дата обращения 10.02.2026)
2. ОАК:: Стратегия // https://web.archive.org/web/20210124103226/https://uacrussia.ru/ru/corporation/strategy/ (дата обращения 10.02.2026)
3. Совет директоров ОСК утвердил стратегию развития до 2036 г. // https://neftegaz.ru/news/Suda-i-sudostroenie/878366-sovet-direktorov-osk-utverdil-strategiyu-razvitiya-do-2036-g/ (дата обращения 10.02.2026)
4. Распоряжение Правительства РФ от 28.12.2020 N 3579-р «Об утверждении методических рекомендаций по формированию и применению ключевых показателей эффективности деятельности акционерных обществ, акции которых находятся в собственности Российской Федерации, и отдельных некоммерческих организаций в целях определения размера вознаграждения их руководящего состава» :: СудАкт.ру // https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-28122020-n-3579-r/ (дата обращения 10.02.2026)
5. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года // Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2021 N 3363-р «О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года» \ КонсультантПлюс // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (дата обращения 10.02.2026)
6. Федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации" от 28.06.2014 N 172-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения 10.02.2026)
7. Федеральная служба государственной статистики // URL: https://rosstat.gov.ru/databases (дата обращения 10.02.2026)
8. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 N 261-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 10.02.2026)

The role of state-owned companies in achieving the strategic development goals of the state

Gordeev F.S.
Ulyanovsk State University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article highlights the role of companies with state participation in achieving the strategic development goals of the state, since companies with state participation operate precisely in industries that are strategically important for the development of the state. The article analyzes some performance indicators of companies with state participation in the economy of the Russian Federation. Based on the results of the analysis of strategic documents for the development of companies with state participation, it is concluded that it is necessary to coordinate the management system of companies with state participation and the strategic planning system of industries and the Russian Federation as a whole.

Keywords: companies with state participation, strategic planning documents for companies with state participation, adaptive management of development of companies with state participation.

References

1. National Projects of Russia // https://национальныепроекты.рф/ (date of access 10.02.2026)
2. UAC:: Strategy // https://web.archive.org/web/20210124103226/https://uacrussia.ru/ru/corporation/strategy/ (date of access 10.02.2026)
3. USC Board of Directors approved the development strategy until 2036 // https://neftegaz.ru/news/Suda-i-sudostroenie/878366-sovet-direktorov-osk-utverdil-strategiyu-razvitiya-do-2036-g/ (date of access 10.02.2026)
4. Order of the Government of the Russian Federation dated 28.12.2020 N 3579-r "On approval of methodological recommendations for the formation and application of key performance indicators of joint-stock companies whose shares are owned by the Russian Federation, and certain non-profit organizations in order to determine the amount of remuneration of their management staff" :: SudAkt.ru // https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-pravitelstva-rf-ot-28122020-n-3579-r/ (date of access 10.02.2026)
5. Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035 // Order of the Government of the Russian Federation dated 27.11.2021 N 3363-r "On the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period up to 2035" \ ConsultantPlus // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_402052/ (date of access 10.02.2026)
6. Federal Law "On Strategic Planning in the Russian Federation" dated 28.06.2014 N 172-FZ (latest revision) \ ConsultantPlus // https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (date of access 10.02.2026)
7. Federal State Statistics Service // URL: https://rosstat.gov.ru/databases (date of access 10.02.2026)
8. Federal Law "On Energy Saving and on Improving Energy Efficiency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation" dated 23.11.2009 N 261-FZ (latest editorial office) \ ConsultantPlus // URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (date of access 10.02.2026)

Контрольно-ревизионная деятельность в ОМС: независимые уровни информации для выявления межуровневых противоречий данных объекта контроля

Дмитриев Юрий Николаевич
аспирант, Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, dmitriev-yuri@yandex.ru

В статье рассматривается проблема контроля целевого использования средств обязательного медицинского страхования (далее – ОМС) медицинскими организациями. Существующие методы проверки часто оказываются недостаточно эффективными, поскольку основаны на анализе внутренних данных проверяемых организаций, которые могут быть искажены.
В качестве решения автор предлагает модифицировать понятие интегрированного аналитического контроля как подхода к контрольно-ревизионной деятельности вовлечением в процесс выявления межуровневых противоречий данных хозяйствующих субъектов внешних источников информации, находящихся вне периметра их влияния.
Это особенно важно в условиях, когда квалификация недобросовестных сотрудников объектов контроля постоянно растет, а схемы нецелевого использования средств становятся все более изощренными.
Подобный подход позволит минимизировать возможности для манипуляций со стороны проверяемых организаций.
Статья рекомендована практическим специалистам Контрольно-ревизионных управлений территориальных фондов обязательного медицинского страхования, которые непосредственно осуществляют проверки целевого использования средств медицинскими организациями. Кроме того, материал статьи будет ценен для специалистов других структур, в чьи обязанности входит контроль распределения финансовых потоков как внутри отдельной организации, так и в рамках замкнутой системы финансирования. Представленные в статье подходы могут быть адаптированы для применения в различных сферах, где существует необходимость в строгом контроле целевого использования средств.
Ключевые слова: здравоохранение, обязательное медицинское страхование, ОМС, нецелевое расходование бюджетных средств, проверка финансовой деятельности, контрольно-ревизионная деятельность, медицинские организации, интегрированный аналитический контроль.

Введение

Для принятия управленческих решений в первую очередь необходимо понимание текущего положения дел объекта управления. Сформировав его, открываются возможности определения результатов предшествующих управленческих воздействий, отклонений, допущенных в ходе их реализации, построения прогнозов, подготовки рекомендаций для принятия последующих управленческих решений.

Недостоверные данные об объекте управления искажают действительную картину происходящего. Причем принимаемые на их основе решения не являются неверными. Они могут быть также выверенными, целесообразными и экономически обоснованными. Но в связи с тем, что они принимаются как бы в смещенной «системе координат», эффективность этих решений обратно пропорциональна степени смещения этой системы относительно реального положения дел – чем сильнее смещение, тем ниже эффективность.

Каждый управленец, каждый руководитель отдела, управления, организации – в целом двигаясь к намеченной цели контролирует ключевые параметры вверенного ему поля деятельности.

Каждое государство, будучи заинтересованным в поддержании выбранного вектора развития, контролирует хозяйствующие субъекты, действующие под его юрисдикцией.

Научным пробелом является уязвимость инструментария, базирующегося на выявлении межуровневых противоречий данных объекта контроля, применяемого сотрудниками контрольно-ревизионных подразделений Территориальных фондов обязательного медицинского страхования при проведении проверок медицинских организаций.

Цель работы – дополнить теорию интегрированного аналитического подхода к контрольной деятельности и расширить возможности соответствующего инструментария по выявлению нецелевого и/или неэффективного использования целевых средств.

Научная новизна заключается в привлечении внешних данных, находящихся вне периметра воздействия недобросовестного объекта контроля. Данных, которые не могут быть искажены в интересах проверяемой организации.

Авторская гипотеза предполагает, что квалификация недобросовестных сотрудников объектов контроля, вкупе с возможностями современных вычислительных технологий, позволяет им противостоять выявлению нецелевого и/или неэффективного использования бюджетных средств возможностями инструментария, базирующегося на выявлении межуровневых противоречий данных объекта контроля, используемого в контрольно-ревизионной деятельности государственными учреждениями. Вовлекая в процесс выявления межуровневых противоречий данных хозяйствующего субъекта внешние источники информации, находящиеся вне периметра его влияния, у проверяющих органов появляется возможность противостоять возможностям объекта контроля искажать параметры своей хозяйственной деятельности с тщательностью, исключающей возникновение этих самых межуровневых противоречий.

1. Истоки контрольно-ревизионной деятельности.

Осуществление финансового контроля за использованием средств обязательного медицинского страхования (далее – ОМС) медицинскими организациями возложена субъектами Российской Федерации на Территориальные фонды обязательного медицинского страхования (далее – ТФОМС), создаваемые для реализации государственной политики в сфере ОМС на своей территории. Контрольно-ревизионная деятельность, осуществляемая ТФОМС-ами на уровне ведомственного контроля, как точно отмечено в статье С.В. Головина, является необходимой частью единой системы государственного финансового контроля, обеспечивающего эффективность реализации контрольной функции государственного (муниципального) управления [10]. Помимо подтверждения законности и безопасности деятельности субъектов сферы ОМС, она призвана пресекать нецелевое использование средств ОМС, и, в идеальном случае, предупреждать возникновение подобных попыток как таковых. Выполнение данной функции осуществляется ТФОМС-ами посредством проведения проверок и ревизий [5], проводимых в том числе в медицинских организациях с целью выявления направлений расходования целевых средств не соответствующих требованиям Федерального закона № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской

Федерации» [1], Правил ОМС [2], Программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на соответствующий год [3] и Территориальных программ ОМС субъектов Федерации.

С точки зрения архитектора современной российской ревизионной школы В.И. Подольского: «контрольно-ревизионная деятельность – это форма финансового контроля, обеспечивающая проверку соблюдения законодательства, правильности учета и отчетности» [8]. В целом, в едином ключе с В.И. Подольским формулируют свои определения данного вида деятельности такие видные российские ученые как В.П. Суйц и А.Д. Шеремет [9].

Данное определение сформулировано в духе времени и в полной мере отражает задачи, поставленные перед комиссиями ТФОМС-ов Порядком осуществления территориальными фондами обязательного медицинского страхования контроля за деятельностью страховых медицинских организаций, осуществляющих деятельность в сфере обязательного медицинского страхования, а также контроля за использованием средств обязательного медицинского страхования указанными страховыми медицинскими организациями и медицинскими организациями, утвержденного приказом Минздрава России от 26.03.2021 № 255н [4].

Однако, контрольно-ревизионная деятельность в той форме, в которой она существует в настоящее время, прошла ряд эволюционных этапов и претерпела колоссальные изменения. В своем развитии она впитывала в себя новые научные идеи и создавала оригинальные инструменты, позволяющие на равных противостоять изобретателям самых изощренных схем нецелевого или неэффективного использования средств.

Стоит отметить, что контрольная деятельность, осуществляемая в государственных органах, известна еще с VII – IV В до н.э. В то время в Древнем Китае были сформированы государственные структуры, разрабатывавшие финансовую и военную политику, налоги, поступление доходов и намечавшиеся расходы и контролировавшие исполнение предписаний и правил.

Но истоки контрольно-ревизионной деятельности, в том виде, в котором она существует сегодня, восходят к гораздо более близким к нам временам индустриализации развитых стран XIX – XX вв.

В тот период происходит укрупнение корпораций. И потребность в контроле возникает как ответная реакция на необходимость защиты активов от банальных ошибок учета и от воровства кассиров и кладовщиков, т.е. в качестве защитного механизма интересов собственников бизнеса. Ревизорами того времени проверки проводились сплошным способом – когда вручную проверяются все документы.

Сразу стоит очертить различия в терминах ревизор и проверяющий. Ревизор или ревизионная комиссия назначается собственниками бизнеса для проведения проверок внутри организации. Подобные проверки могут быть регламентированы уставом компании или федеральным законодательством, например: статьей 85 Федерального закона от 26.12.1995 № 208-ФЗ «Об акционерных обществах» [6]. Так же они могут быть инициированы собственником бизнеса при подозрении в хищении или при появлении сомнений в эффективности функционирования какого-либо подразделения или в преддверии проведения проверок государственными органами – налоговой инспекцией. Акт ревизионной комиссии является внутренним документом компании.

Проверяющий – это более широкий термин. Он может обозначать как внутреннего аудитора, ревизора, так и сотрудника внешнего контрольно-ревизионного отдела: налоговой инспекции, трудовой инспекции, пожарной инспекции и т.д. Но на практике, под проверяющим подразумевается все же сотрудник внешней организации. Проверяющий назначается руководителем соответствующего ведомства в зависимости от вида проводимой проверки. Проведение проверки осуществляется в соответствии с действующими федеральными и/или локальными нормативными актами. Применительно к проверкам медицинских организаций в сфере ОМС, ТФОМС-ы действуют на основании приказа Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 26.03.2021. № 255н «Об утверждении порядка осуществления территориальными фондами обязательного медицинского страхования контроля за деятельностью страховых медицинских организаций, осуществляющих деятельность в сфере обязательного медицинского страхования, а также контроля за использованием средств обязательного медицинского страхования указанными страховыми медицинскими организациями и медицинскими организациями» [4]. Акт проверки, при выявлении нарушений, может содержать предписания по устранению или накладывать на организацию штрафы.

Возвращаясь к истории контрольно-ревизионной деятельности:

1960-1980-е годы контроль становится статистическим. Взаимоотношения хозяйствующих субъектов усложняются. Проверять каждую операцию становится слишком трудоемко и дорого. Возникает необходимость оптимизации трудозатрат. В контрольной деятельности начинают применяться элементы статистики. Контрольные процедуры применяются к выборкам операций.

1980-1990-е годы – системный и процессный подход. Контроль переключается с проверки операций на анализ процессов, причинно-следственных связей и системы в целом. Если внутренние процедуры надежны, то и результат будет верным. Контроль осуществляется выборочно. Зарождается аудит как самостоятельная сфера деятельности.

2000-е годы – в контроле начинает применяться риск-ориентированный подход. Осуществляется приоритезация объектов по группам риска, что позволяет оптимизировать ресурсы контроля. Сплошной метод контроля если и применяется, то к конкретному сектору хозяйствования или спектру хозяйственных операций.

2010-е годы – аналитический контроль. Происходит масштабная цифровизация контрольно-ревизионной деятельности. Обработка «больших данных» позволяет выявлять скрытые в них аномалии.

Современный этап развития – интегрированный аналитический контроль. На данном этапе контрольно-ревизионная деятельность фокусирует свое внимание на выявлении межуровневых противоречий данных (финансовых, оперативных, аналитических и прочих учетных данных), связанных одной операцией.

2. Современный этап развития контрольно-ревизионной деятельности

Как видно из вышеизложенной краткой ретроспективы, каждому этапу развития контрольно-ревизионной деятельности соответствовало доминирование того или иного метода выявления искажений финансовой информации. Однако было бы заблуждением считать, что каждый последующий исторический этап отвергал применяемые ранее методы. Наоборот, каждый последующий этап дополнял их.

Зарекомендовавшие себя методы никогда не уходили со сцены. И вызвано это было, например, такими фактами как:

1. наличие новой, зачастую специфичной информации, необходимой для реализации новых методов контроля, свойственных определенному этапу, например:
   - классический анализ – требует наличия документов;
   - статистический контроль – требует накопленного ретроспективного статистического материала;
   - процессный подход – смещает фокус внимания на анализ процессов, регламентированных в организации;
   - риск-ориентированный подход – требует определения перечня рисков и проведения их оценки;
   - аналитический контроль – требует наличия больших данных;
   - интегрированный аналитический подход – требует проведения комплексной проверки и наличия разноуровневой информации.

Перестройка системы контроля требует разработки и освоения новых механизмов, инструментов, накопления специфичной информации, что несет в себе трудовые и временные затраты. Ввиду инерционности системы, она, зачастую, всегда функционирует на нескольких смежных этапах.

2. несомненно, вы заметили, что каждый последующий эволюционный этап развития контрольно-ревизионной деятельности позволяет проводить проверки в организациях все большего и большего масштаба. К сожалению, инструменты, разработанные для проверки компаний с миллиардными оборотами не так эффективно реализуются на компаниях с миллионными оборотами как инструменты предыдущего эволюционного этапа. Более того, иногда цели и задачи самой проверки создают ограничительные рамки. Так, например, при проведении тематической проверки в отношении отдельной области хозяйствования юридического лица, как правило, не будет возможности сбора больших данных или развернутой приоритезации рисков. Проверяющим на помощь придут классический анализ и статистический контроль.

3. У медали две стороны.

Каждый из описанных выше методов/этапов обладает своими сильными и слабыми сторонами, исходя из которых они никогда не теряют свою актуальность, но получают определенную специализацию при их использовании.

Настоящий этап контрольно-ревизионной деятельности фокусирует внимание на выявлении межуровневых противоречий данных объекта контроля. Достигается это сопоставлением массива разных по смыслу документов, но пронизанных одной идеей, одной операцией, одной целью. Это позволяет высветить признаки нарушений, которые сами по себе неочевидны. Рассматривая их по отдельности даже через призму го-

ризонтального и вертикального или статистического анализа, у проверяющего может сложится картина вполне рационального состояния дел внутри объекта контроля: разнонаправленное колебание показателей в целом соответствует устоявшимся тенденциям и сложившимся рыночным обстоятельствам.

Но если проследить причины динамики какого-либо параметра в контексте всех влияющих на него обстоятельств, т.е. взяв за основу хозяйствующий субъект в целом, то, зачастую, то тут, то там начинают возникать те самые «красные флаги», свидетельствующие о необходимости увеличения глубины проверки вплоть до выемки первичных документов.

Парадигма процессного подхода к объекту контроля как нельзя лучше подтверждает свою актуальность для целей контрольно-ревизионной деятельности. Именно рассматривая проверяемую организацию как совокупность взаимосвязанных процессов, проверяющий получает возможность поместить внутрь «коридора правового регулирования» не отдельный показатель, а целую идею, которая объединяет неоспоримой логикой максимальное количество влияющих друг на друга показателей хозяйствования объекта контроля.

Т.е. если считать динамику состояния какой-либо контрольной точки (финансового или физического параметра) и сравнить ее с параметрами откликов других сегментов системы, находящихся с ней в прямой или обратной зависимости, то признаком возможного злоупотребления со стороны объекта контроля для проверяющего будет являться несоответствие динамики параметров взаимозависимых данных. Это будет означать, что в существующем канале зависимости либо присутствует помеха, либо имеет место искажение данных. Под помехой автор понимает дополнительный фактор, приводящий к изменению параметров отклика сегмента, который не был учтен проверяющим.

Применительно к проверкам расходования средств ОМС медицинскими организациями, наглядным примером реализации данного подхода может послужить цепочка зависимостей, отправной точкой которой, для примера, принято увеличение расходов медицинской организации на оказание услуги МРТ-диагностики застрахованным лицам. (Рисунок 1.)

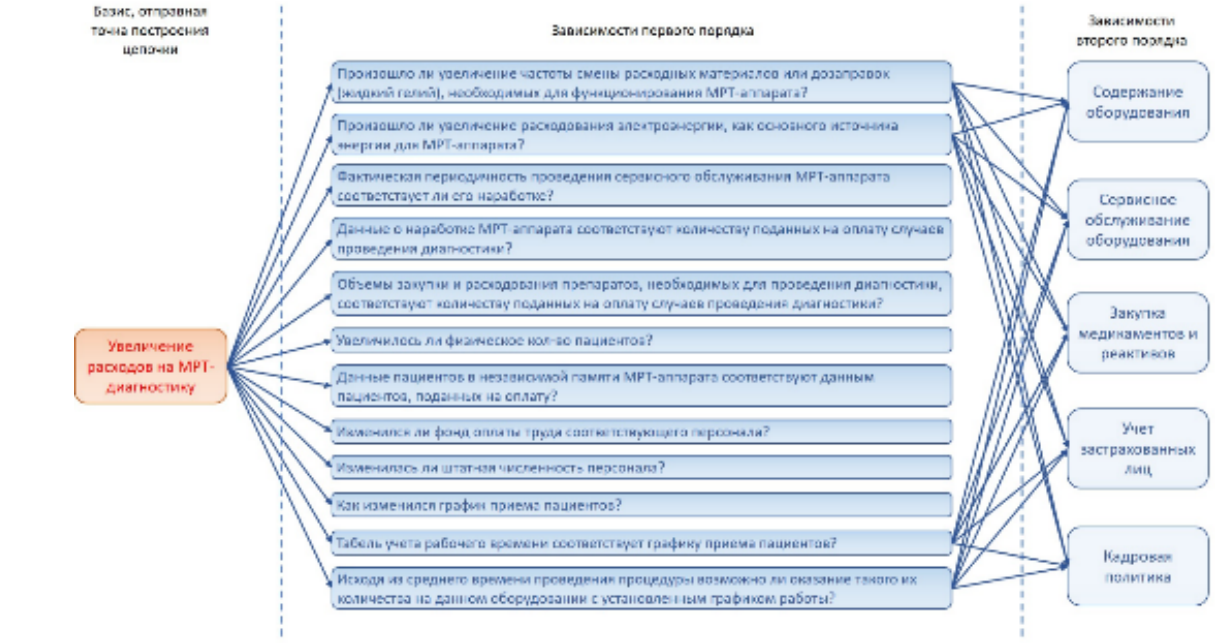


Рисунок 1. Взаимозависимые сегменты объекта хозяйствования
Источник: разработано автором
(Для облегчения восприятия блок-схемы часть зависимостей первого и второго порядков не указана)

Как видно из рисунка 1, колебание одного параметра деятельности юридического лица приводит к самой настоящей цепной реакции внутри организации. На его изменение незамедлительно реагируют другие бизнес-процессы, составляющие прямые и косвенные расходы организации. И если какое-то изменение не соответствует логике – не подпитывает динамику изменений отправной точки, то это означает, что либо работа выполняется без расходования ресурсов, либо ресурсы расходуются без совершения работы (организация несет расходы, которых можно избежать).

С точки зрения проверяемой организации, допускающей манипуляции с целевыми средствами ОМС, достаточно трудозатратно поддерживать в согласовании подобные цепочки взаимосвязей. Это предъявляет высокие требования к квалификации персонала, приводит к расширению круга задействованных лиц, понижению маржинальности схем нецелевого использования средств ОМС, утечкам информации.

Для проверяющего ситуация выглядит зеркально противоположной: рассмотрев цепочки зависимостей по нескольким контрольным точкам, он получает перед собой достаточно подробную картину состояния дел внутри объекта контроля.

Данный подход к осуществлению контрольно-ревизионной деятельности позволяет выявлять не только прямое нарушение законодательства – нецелевое использование средств или искажение отчетности с целью сокрытия факта такого нецелевого использования средств. При его применении становятся видны неочевидные нарушения и злоупотребления, проявляющиеся как неэффективное использование финансовых и/или материальных ресурсов.

Благодаря такой особенности, данный подход к проведению проверок вызвал особый интерес к себе в сфере внутреннего аудита организаций. Руководителям компаний недостаточно бороться с прямыми хищениями. В зоне их ответственности находится повышение эффективности бизнес-процессов, что предусматривает борьбу с нерациональным и расточительным обращением с любыми видами ресурсов.

Отличительной особенностью проверки медицинской организации внешним ревизором является соперничество. Объект контроля борется за повышение рентабельности, снижение срока окупаемости, повышение маржинальности, снижение себестоимости, а зачастую и получение личной выгоды отдельными сотрудниками. И если он это делает противозаконными методами, то ревизоры выступают противоборствующей стороной подобным процессам. Ревизоры разрабатывают свои методики и настраивают инструменты, позволяющие им выявлять в безбрежных массивах информации новые и новые изощренные формы нарушений [12] [13].

4. Заключение.

Количество объектов контроля в разы превышает количество проверяющих инстанций. Отрадно то, что большинство из них заинтересованы сохранить свое положение в поле действующего правового регулирования. Но данные о суммах финансовых санкций, начисленных по результатам проверок соблюдения законодательства об ОМС и использования средств ОМС участниками обязательного медицинского страхования, проведенных Федеральным фондом обязательного медицинского страхования [7] (рисунок 2), наглядно демонстрируют, что значительная их часть все же не перестает предпринимать попытки получения дополнительных источников дохода.

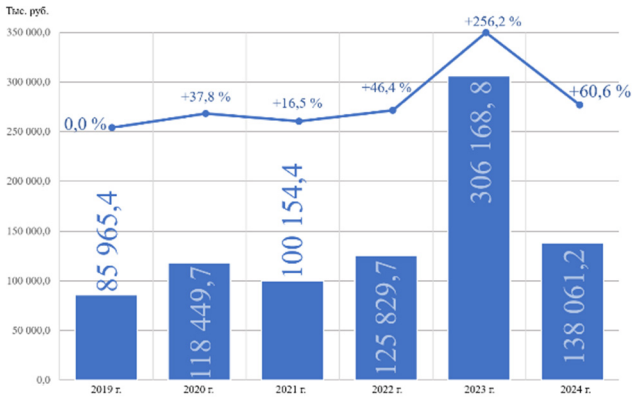


Рисунок 2. Динамика изменения общей суммы финансовых санкций, начисленных по результатам проверок соблюдения законодательства об ОМС и использования средств ОМС участниками обязательного медицинского страхования, проведенных Федеральным фондом обязательного медицинского страхования
Источник: составлено автором по отчетам о результатах деятельности Федерального фонда обязательного медицинского страхования в период с 2019 по 2024 гг. URL: https://www.ffoms.gov.ru/system-oms/about-fund/fund-activities/ (дата обращения: 13.03.2026) [7]

Несмотря на напряженное противостояние сторон, надо отдать должное изобретательности и остроумию «инициаторов» нецелевого использования средств ОМС в их поисках все новых и новых путей совершения правонарушений. Как писал Александр Васильевич Суворов: «Никогда не презирайте вашего неприятеля, каков бы он ни был, и хорошо узнавайте его оружие, его образ действовать и сражаться. Знай, в чем его сила и в чем слабость врага» [11]. Применяя наставления выдающегося русского полководца на поле сражений за прозрачность и законность финансовых транзакций, автор данного исследования всецело осознает мощь потенциала предприимчивости и находчивости подобных «инициаторов» и в попытке предвосхитить их действия обращает внимание, что уязвимой стороной интегрированного аналитического контроля, базирующегося на выявлении межуровневых противоречий данных, является отсутствие информации, порожденной вне объекта контроля. Т.е. очевидна зависимость результатов проведения проверки от данных, предоставляемых объектом контроля. Данных, которые уже могут быть искажены с учетом их взаимного влияния на другие уровни информации.

Автор предлагает принимать как факт допущение об искажении финансовых параметров объекта контроля с тщательностью, исключающей возникновение межуровневых противоречий.

Сохранение возможности выявления искаженных данных автор видит в привлечении дополнительного внешнего источника информации, находящегося вне периметра воздействия объекта контроля. Т.о. контрольным сигналом – «красным флагом» о возможном финансовом злоупотреблении объекта контроля для проверяющего должны служить противоречия в уровнях данных, которые не могут быть согласованы искусственно. Подобный независимый источник информации автор видит в прогнозировании параметров хозяйствования объекта контроля на основе ретроспективных данных и использовании информации о других участниках сферы ОМС со схожими финансовыми показателями [12].

Литература

1. Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации: Федеральный закон № 326-ФЗ: [Принят Государственной Думой 19 ноября 2010 года: в редакции от 28 ноября 2025 года].
2. Правила обязательного медицинского страхования: [Утверждены приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 21 августа 2025 года № 496н].
3. Программа государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов: [Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 29.12.2025 № 2188].
4. Порядок осуществления территориальными фондами обязательного медицинского страхования контроля за деятельностью страховых медицинских организаций, осуществляющих деятельность в сфере обязательного медицинского страхования, а также контроля за использованием средств обязательного медицинского страхования указанными страховыми медицинскими организациями и медицинскими организациями: [Утвержден приказом Минздрава России от 26.03.2021 № 255н].
5. Типовое положение о Территориальном фонде обязательного медицинского страхования: [Утверждено приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 03.10.2023 № 524н].
6. Об акционерных обществах: Федеральный закон № 208-ФЗ: [Принят Государственной Думой 24.11.1995].
7. Отчеты о результатах деятельности Федерального фонда обязательного медицинского страхования в 2019 - 2024 годах. Утверждены решением Правления Федерального фонда обязательного медицинского страхования [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ffoms.gov.ru/system-oms/about-fund/fund-activities/ (дата обращения: 13.03.2026).
8. Макоев О.С. Контроль и ревизия: учеб. пособие / ред. В.И. Подольский; О.С. Макоев .— Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2015 .— 255 с.
9. Шеремет А.Д., Суйц В.П. Аудит: Учебник. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М,2006. – 448 с. – (Высшее образование).
10. Головин С. В. Ведомственный контроль финансово-хозяйственной деятельности государственных учреждений: практический опыт в сфере государственного здравоохранения и пути развития // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2021. № 4. С. 47–62. DOI: https://doi.org/10.17308/econ.2021.4/3708
11. Суворов А.С. Наука побеждать. / Суворов А.С. / Москва. Эксмо. 2011 г. 480 с.
12. Дмитриев Ю. Н. Адаптация прогностического статистического инструментария для целей выявления нецелевого расходования средств обязательного медицинского страхования медицинскими организациями / Ю. Н. Дмитриев // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 719-734. – DOI 10.18334/epp.15.1.122274. – EDN KACFHV.
13. Дмитриев Ю. Н. Цифровизация инструментария ревизоров для целей выявления нецелевого расходования средств ОМС медицинскими организациями // Russian Journal of Management. 2026. №. 1. С. 93-118. DOI: https://doi.org/10.29039/2409-6024-2026-14-1-93-118.

Control and auditing activities in compulsory medical insurance: independent levels of information to identify inter-level contradictions in the data of the object of control

Dmitriev Yu.N.
All-Russian academy of foreign trade of the ministry of economic development of the Russian Federation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article discusses the problem of controlling the targeted use of compulsory medical insurance funds by medical organizations. Existing verification methods often turn out to be insufficiently effective, since they are based on the analysis of internal data of the audited organizations, which may be distorted. As a solution, the author suggests modifying the concept of integrated analytical control as an approach to audit activities by involving external sources of information outside the perimeter of their influence in the process of identifying inter-level contradictions between business entities. This is especially important in an environment where the qualifications of unscrupulous employees of control facilities are constantly growing, and schemes for misuse of funds are becoming more sophisticated. This approach will minimize the opportunities for manipulation by the audited organizations. The article is recommended to practical specialists of the control and audit departments of the territorial compulsory medical insurance funds, who directly verify the targeted use of funds by medical organizations. In addition, the article's material will be valuable for specialists from other structures whose responsibilities include monitoring the distribution of financial flows both within a single organization and within a closed-loop financing system. The approaches presented in the article can be adapted for use in various fields where there is a need for strict control of the intended use of funds.

Keywords: healthcare, compulsory medical insurance, compulsory medical insurance, misuse of budget funds, financial performance audit, control and auditing activities, medical organizations, integrated analytical control.

References

1. On Compulsory Medical Insurance in the Russian Federation: Federal Law No. 326-FZ: [Adopted by the State Duma on November 19, 2010: as amended on November 28, 2025].
2. Rules for Compulsory Medical Insurance: [Approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated August 21, 2025 No. 496n].
3. Program of State Guarantees for Free Medical Care to Citizens for 2026 and for the Planning Period of 2027 and 2028: [Approved by Resolution of the Government of the Russian Federation dated December 29, 2025 No. 2188].
4. The procedure for territorial compulsory medical insurance funds to exercise control over the activities of medical insurance organizations operating in the field of compulsory medical insurance, as well as control over the use of compulsory medical insurance funds by the said medical insurance organizations and medical organizations: [Approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated March 26, 2021 No. 255n].
5. Model Regulations on the Territorial Compulsory Medical Insurance Fund: [Approved by Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated October 3, 2023 No. 524n].
6. On joint-stock companies: Federal Law No. 208-FZ: [Adopted by the State Duma on November 24, 1995].
7. Reports on the performance of the Federal Compulsory Medical Insurance Fund in 2019-2024. Approved by the decision of the Board of the Federal Compulsory Medical Insurance Fund [Electronic resource]. – URL: https://www.ffoms.gov.ru/system-oms/about-fund/fund-activities/ (date of access: 13.03.2026).

Молодые семьи на рынке жилья: барьеры улучшения жилищных условий в современной России

Доможилов Виктор Юрьевич
старший преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, DomozhilovVU@mgsu.ru,

Мухтаров Джошкун Шахин оглы
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет mukhtarov40@mail.ru,

Васиков Павел Владимирович
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, vpv1722@gmail.com,

Никулица Станислав Олегович
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, stanislav060603@mail.ru,

Семенова Александра Антоновна
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, alsfinch.25@mail.ru

Статья посвящена исследованию барьеров улучшения жилищных условий молодых семей в современной России на основе действующего нормативного регулирования, официальной статистики и современных научных публикаций. Показано, что ограниченность доступа молодых семей к улучшению жилищных условий определяется не только высоким уровнем цен на жилье, но и сочетанием критериев нуждаемости, требований к подтверждению платежеспособности, территориальной дифференциации рынка и процедурных ограничений программ государственной поддержки. Установлено, что увеличение жилищного фонда и рост объемов жилищного строительства не обеспечивают автоматического снижения жилищной уязвимости молодых домохозяйств. Научная новизна заключается в уточнении процедуры оценки барьеров улучшения жилищных условий молодых семей через совместный анализ статистической обеспеченности жильем, масштабов жилищного строительства, учетной нуждаемости и правовых условий предоставления социальных выплат. Практическая значимость состоит в выработке рекомендаций по согласованию федеральных, региональных и семейных финансовых механизмов, ориентированных на повышение доступности улучшения жилищных условий молодых семей.
Ключевые слова: молодые семьи, рынок жилья, жилищные условия, доступность жилья, государственная поддержка, социальные выплаты, материнский капитал, жилищная обеспеченность, нуждаемость, жилищная политика.

Жилищная проблема молодых семей в современной России сохраняет высокую социальную, демографическую и экономическую значимость, поскольку именно на ранней стадии жизненного цикла домохозяйства формируются условия семейной устойчивости, репродуктивного поведения и пространственной мобильности. Ограниченность доступа к собственному жилью либо к расширению имеющейся жилой площади выступает фактором отсрочки рождения детей, затягивания периода совместного проживания с родительским домохозяйством и роста долговой нагрузки. Нормативную основу рассматриваемой сферы образуют Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ [1], Федеральный закон от 29.12.2006 № 256-ФЗ «О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей» [2], а также постановление Правительства Российской Федерации от 17.12.2010 № 1050 «О реализации отдельных мероприятий государственной программы Российской Федерации “Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации”» [3]. Цель статьи состоит в выявлении ключевых барьеров улучшения жилищных условий молодых семей и в обосновании практических направлений совершенствования действующих механизмов поддержки.

Методологическое понимание проблемы требует рассматривать жилье как базовое условие воспроизводства семьи, а не только как товарный актив. Для молодой семьи доступность жилья определяется не одной ценой объекта, а совокупностью взаимосвязанных параметров: доходом домохозяйства, наличием первоначальных накоплений, составом семьи, стадией жизненного цикла и правилами доступа к программам поддержки. Жилищный кодекс Российской Федерации закрепляет основания признания граждан нуждающимися в жилых помещениях, тогда как специальные правила предоставления социальных выплат молодым семьям вводят дополнительные критерии участия, включая возрастной предел и подтверждение возможности оплатить часть расчетной стоимости жилья сверх размера выплаты. В результате на нормативном уровне формируется ситуация, при которой наличие жилищной потребности еще не означает реального допуска к ее преодолению.

По официальным данным Росстата, представленным в статистическом сборнике «Жилищное хозяйство в России. 2025», в 2024 г. общая площадь жилищного фонда России составила 4 293 млн кв. м против 3 581 млн кв. м в 2015 г., а обеспеченность жильем выросла с 24,3 до 29,4 кв. м на человека [4]. Вместе с тем в 2024 г. на учете в качестве нуждающихся в жилых помещениях состояли 1 811 тыс. семей, а реально улучшили жилищные условия за год 88 тыс. семей. На основании этого можно заключить, что рост средних показателей жилищной обеспеченности не устраняет структурного разрыва между формальной потребностью и фактической возможностью ее удовлетворения. Для молодых семей данный разрыв выражен особенно остро, поскольку в их случае дефицит квадратных метров сочетается с ограниченностью накоплений и высокой чувствительностью к изменениям кредитных условий.

Существенное значение имеет структура жилищного предложения. В 2024 г. в России введено 107,8 млн кв. м жилых домов, из которых 62,3 млн кв. м введено населением. Расширение индивидуального жилищного строительства формально увеличивает спектр жилищных стратегий, однако на практике требует наличия земельного ресурса, инженерной инфраструктуры и дополнительных организационных расходов, которые не всегда посильны молодой семье. При этом данные современных исследований свидетельствуют, что при росте среднероссийских показателей жилищной обеспеченности положение домохозяйств с детьми, в том числе молодых семей, не улучшается пропорционально, а в худшую сторону выделяются именно молодые и многодетные семьи [5]. Следовательно, усредненные макропоказатели рынка жилья скрывают социально-демографическую неоднородность жилищной ситуации.

Заметную роль в снижении стартовых барьеров играет Федеральный закон № 256-ФЗ, позволяющий направлять средства материнского капитала на улучшение жилищных условий. Однако компенсирующий потенциал данного инструмента ограничен тем, что он зависит от наличия детей, параметров конкретной сделки и способности семьи оплатить оставшуюся часть стоимости жилья. Аналогичная логика действует и в программе социальных выплат молодым семьям: постановление Правительства Российской Федерации № 1050 предусматривает участие только тех семей, которые одновременно признаны нуждающимися в жилом помещении и располагают доходами либо иными средствами, достаточными для финансирования части расчет-

ной стоимости жилья, не покрываемой выплатой. Тем самым государственная поддержка оказывается наиболее доступной не для всех нуждающихся молодых семей, а прежде всего для тех, кто уже обладает минимально необходимой финансовой устойчивостью. В таблице 1 представлено ключевых показателей, характеризующих условия улучшения жилищных условий молодых семей.

Таблица 1

Отдельные показатели жилищной ситуации молодых семей и институциональной среды поддержки

Показатель	2015 г.	2020 г.	2024 г.	Аналитическое значение
Общая площадь жилищного фонда, млн кв. м	3 581	3 931	4 293	Рост предложения не тождественен росту доступности жилья
Обеспеченность жильем, кв. м на человека	24,3	26,7	29,4	Усреднение скрывает различия между возрастными и семейными группами
Ввод жилых домов, млн кв. м	85,3	82,2	107,8	Увеличение ввода не устраняет ценовой и институциональный барьер
Ввод жилья населением, млн кв. м	35,2	39,8	62,3	Рост ИЖС усиливает значение инфраструктурных и земельных условий
Семьи, состоявшие на учете как нуждающиеся, тыс.	2 612	2 181	1 811	Снижение учетной численности не равно исчезновению потребности
Семьи, улучшившие жилищные условия за год, тыс.	135	96	88	Реальный масштаб улучшения остается ограниченным

Источник: составлено автором на основе данных Росстата и научно-аналитических материалов.

Современные научные исследования подтверждают, что жилищные ограничения молодых семей имеют не только финансовую, но и институциональную природу. В публикации, посвященной региональным практикам обеспечения жильем молодых семей, показано, что значимыми барьерами выступают дефицит стартового имущественного капитала, трудности накопления первоначального взноса и неоднородность региональных механизмов поддержки [7]. В исследовании правового регулирования жилищной поддержки молодых семей подчеркивается, что действующие федеральные и региональные меры нередко оказываются сложными в административном отношении, требуют многократного взаимодействия с органами власти и кредитными организациями и не обеспечивают молодым семьям реальной вероятности получения жилья в разумные сроки [8]. Это позволяет рассматривать процедурную сложность не как второстепенную деталь, а как самостоятельный барьер улучшения жилищных условий.

Дополнительное значение имеет качественная сторона жилищной обеспеченности. Для домохозяйств с детьми, особенно для молодых семей, существенны не только площадь жилья, но и уровень его благоустройства, тип жилого объекта и соответствие демографическим потребностям семьи. Исследования жилищной обеспеченности домохозяйств с детьми показывают, что семьи с детьми проживают существенно более тесно по сравнению с домохозяйствами без детей, а молодые семьи с детьми находятся в наиболее уязвимом положении. В другой работе, посвященной качеству жилищных условий домохозяйств с детьми, установлено, что среди семей с маленькими детьми доля домохозяйств с плохими и очень плохими жилищными условиями остается значительной, что указывает на устойчивость проблемы даже при наличии общих улучшений на рынке жилья [9]. Следовательно, измерение жилищной доступности через один лишь показатель квадратных метров недостаточно для адекватного анализа положения молодых семей.

Практика реализации жилищной политики показывает, что наиболее уязвимыми оказываются семьи, находящиеся между формальной нуждаемостью и недостаточной платежеспособностью. Они уже объективно нуждаются в улучшении жилищных условий, однако не располагают достаточными ресурсами для завершения сделки даже с учетом государственной помощи. Усилению проблемы способствует территориальная неоднородность рынка жилья: в крупнейших агломерациях выше концентрация рабочих мест и социальной инфраструктуры, но цена входа в собственное жилье существенно выше, тогда как на периферийных рынках более низкая цена часто сочетается с ограниченным предложением и слабой инженерной обеспеченностью. На этом фоне даже расширение индивидуального жилищного строительства не превращается автоматически в универсальный канал решения жилищной проблемы молодых семей.

Таким образом, барьеры улучшения жилищных условий молодых семей в современной России формируются под воздействием совокупности факторов, к числу которых относятся высокая стоимость жилья, ограниченность стартовых накоплений, требования к подтверждению платежеспособности, территориальная неоднородность рынка и сложность процедур доступа к программам поддержки. Рост жилищного фонда и наличие государственных мер поддержки создают институциональную и материальную основу для смягчения проблемы, однако не снимают ее автоматически. Наиболее значимым ограничителем остается несоответствие между условиями программ и реальными ресурсами молодых домохозяйств.

В связи с этим представляется целесообразным совершенствовать жилищную политику в отношении молодых семей по нескольким направлениям. Практически реализуемыми мерами являются сохранение права на участие в программе при достижении предельного возраста в период ожидания выплаты; уточнение критериев нуждаемости с учетом фактической стесненности проживания и состава семьи; расширение возможностей сочетания материнского капитала, социальных выплат и жилищного кредитования без усложнения подтверждающих процедур; а также развитие поддержки индивидуального жилищного строительства при обязательной увязке с инженерной инфраструктурой. Реализация указанных направлений способна повысить адресность и результативность государственной жилищной политики применительно к молодым семьям.

Литература

1. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ.
2. О дополнительных мерах государственной поддержки семей, имеющих детей : Федеральный закон от 29.12.2006 № 256-ФЗ.
3. О реализации отдельных мероприятий государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» : постановление Правительства Российской Федерации от 17.12.2010 № 1050.
4. Жилищное хозяйство в России. 2025 : стат. сб. / Росстат. – М., 2025. – 53 с.
5. Гузанова А. К. Жилищная обеспеченность домохозяйств с детьми в современной России // Уровень жизни населения регионов России. – 2025. – Т. 21, № 1. – С. 43–58.
6. Жилье для молодой семьи: от запросов к планам [Электронный ресурс] / ВЦИОМ. – 07.04.2024. – URL: https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zhile-dlja-molodoi-semi-ot-zaprosov-k-planam
7. Литвинова В. В., Буранкова М. А. Анализ региональных практик обеспечения жильем молодых семей и предложения по их совершенствованию // Актуальные проблемы российского права. – 2021. – Т. 16, № 12. – С. 109–117.
8. Буянова А. В. Правовое регулирование жилищной поддержки молодых семей // Вестник Московского университета МВД России. – 2023. – № 3. – С. 65–68.
9. Одинцова Е. В., Чащина Т. В., Козлова М. Б., Мочалов Д. А. Качество жилищных условий домохозяйств с детьми: двадцатилетняя ретроспектива // Уровень жизни населения регионов России. – 2024. – Т. 20, № 4. – С. 543–554.

Young families in the housing market: barriers to improving housing conditions in contemporary Russia

Domozhilov V.Yu., Mukhtarov D.Sh., Vasikov P.V., Nikulitsa S.O., Semenova A.A.

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the study of barriers to improving the housing conditions of young families in contemporary Russia based on the current regulatory framework, official statistics, and recent academic publications. It is shown that the limited access of young families to better housing conditions is determined not only by the high level of housing prices, but also by the combination of eligibility criteria, requirements for confirming solvency, territorial differentiation of the market, and procedural restrictions embedded in state support programs. It is established that the expansion of the housing stock and the growth in housing construction volumes do not automatically reduce the housing vulnerability of young households. The scientific novelty of the study lies in clarifying the procedure for assessing barriers to improving the housing conditions of young families through a combined analysis of statistical housing provision, the scale of housing construction, registered housing need, and the legal conditions for granting social benefits. The practical significance lies in developing recommendations for coordinating federal, regional, and family financial mechanisms aimed at increasing the accessibility of improved housing conditions for young families.

Keywords: young families, housing market, housing conditions, housing affordability, state support, social benefits, maternity capital, housing provision, housing need, housing policy

References

1. Housing Code of the Russian Federation No. 188-FZ dated December 29, 2004.
2. On Additional Measures of State Support for Families with Children: Federal Law No. 256-FZ dated December 29, 2006.
3. On the Implementation of Certain Measures of the State Program of the Russian Federation “Providing Affordable and Comfortable Housing and Utility Services to Citizens of the Russian Federation”: Resolution of the Government of the Russian Federation No. 1050 dated December 17, 2010.
4. Rosstat. Housing in Russia. 2025: Statistical Digest. Moscow, 2025. 53 p.
5. Guzanova A. K. Housing provision of households with children in contemporary Russia. Living Standards of the Population in the Regions of Russia. 2025;21(1):43–58.

Эффективность взаимодействия органов муниципального управления с малым бизнесом

Жваненко Светлана Анатольевна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и управления образовательной организацией, Азовский государственный педагогический университет им. П.Д. Осипенко, atevs15@list.ru,

Колесникова Елена Александровна
студентка, Государственное и муниципальное управление, Азовский государственный педагогический университет им. П.Д. Осипенко, kolesnikova-_ea@mail.ru,

Жваненко Константин Иванович
студент, Управление образовательной организацией, Азовский государственный педагогический университет им. П.Д. Осипенко, konstantinzhvanenko@yandex.ru

Статья посвящена исследованию механизмов взаимодействия органов муниципального управления с субъектами малого предпринимательства на примере администрации муниципального образования городского округа Мариуполь. Целью исследования является выявление существующих форм и перспектив развития данного взаимодействия, а также определение основных проблем с формировкой рекомендаций по их решению. Результаты исследования основаны на анализе отчетных и докладных материалов администрации городского округа Мариуполь. В ходе исследования выявлены основные проблемы взаимодействия (недостаточная информированность бизнеса, административные барьеры, ограниченный доступ к финансированию, отсутствие системной обратной связи и слабая инфраструктура поддержки). На основании выявленных проблем сформированы рекомендации, направленные на создание единого информационного портала, упрощение бюрократических процедур, развитие механизмов льготного финансирования, внедрение системы оценки удовлетворенности бизнеса и создание многофункциональных центров поддержки предпринимательства. Научная новизна работы заключается в комплексном анализе специфики взаимодействия муниципального управления и малого бизнеса на конкретном территориальном примере (городской округ Мариуполь), а также в выявлении актуальных проблем и предложении практически ориентированных решений, способствующих созданию благоприятной среды для развития малого предпринимательства.
Ключевые слова: бизнес, муниципалитет, предпринимательство, механизм, развитие, управление, экономическое развитие.

Введение

Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью малого и среднего предпринимательства как драйвера экономического роста, создания новых рабочих мест и формирования устойчивых местных сообществ. Государственная политика, как на федеральном, так и на региональном и муниципальном уровнях, направлена на стимулирование развития данного сектора экономики. В этом контексте, эффективное взаимодействие органов муниципального управления с малым бизнесом приобретает особое значение, поскольку именно муниципалитеты зачастую находятся в непосредственном контакте с предпринимателями и могут оперативно реагировать на их потребности и запросы. Мариуполь, как крупный промышленный и экономический центр, имеет значительный потенциал для развития малого предпринимательства. Однако, специфика социально-экономической ситуации, связанная с недавними событиями, требует особого внимания к налаживанию и оптимизации взаимодействия между местными органами власти и бизнесом.

Проблема исследования заключается в недостаточной изученности существующих форм и эффективности взаимодействия администрации муниципального образования городского округа Мариуполь с субъектами малого бизнеса, а также в отсутствии комплексного понимания барьеров, препятствующих его развитию, и необходимости разработки конкретных рекомендаций для совершенствования этого процесса.

Методы и методология

Методы исследования: теоретические (описание, обобщение, синтез, абстрагирование, идеализация, дедукция, индукция, систематизация); эмпирические (статистическое исследование, мониторинг, наблюдение, изучение документации); практические (анализ, оценка, сравнение, графическая и табличная интерпретация, фиксация, динамика).

Методологическую основу настоящего исследования составил системный подход к изучению процессов муниципального управления и развития малого бизнеса. Основным источником эмпирической информации послужили отчеты и ежегодные доклады администрации муниципального образования городского округа Мариуполь. Для систематизации и анализа полученной информации применялись методы сравнительного анализа, контент-анализа, а также методы качественного исследования, основанные на изучении практик и проблем, отраженных в представленных документах.

Результаты и их обсуждение

Эффективное взаимодействие администрации г.о. Мариупольс малым бизнесом строится на базе комплекса разнообразных механизмов, направленных на создание благоприятной среды для развития предпринимательской деятельности. Данные механизмы могут быть классифицированы по различным направлениям, охватывая информационную, консультационную, финансовую, административную и инфраструктурную поддержку, а также стимулирование развития компетенций и содействие в освоении новых рынков [3, с. 65].

Одним из фундаментальных механизмов является информационно-разъяснительная работа. Муниципалитет выступает в роли основного источника информации для малого бизнеса о действующем законодательстве, мерах государственной и муниципальной поддержки, доступных ресурсах, грантах, субсидиях, а также о муниципальных услугах и процедурах. Взаимодействие осуществляется через официальные вебсайты, информационные бюллетени, семинары, «горячие линии», и личные консультации. Задача данного механизма состоит в том, чтобы обеспечить предпринимателей актуальными и полными данными, необходимыми для принятия обоснованных решений и успешной работы [1, с. 63].

Следующим важным направлением является консультационная поддержка. Администрация г.о. Мариуполь, зачастую через уполномоченные структуры или привлеченных экспертов, предоставляет консультации по широкому спектру вопросов, касающихся регистрации бизнеса, налогообложения, ведения бухгалтерского учета, юридических аспектов деятельности, получения лицензий и разрешений, а также маркетинга и продвижения продукции или услуг. Такая поддержка особенно ценна для начинающих предпринимателей, не обладающих достаточными знаниями и опытом [6, с. 103].

Содействие в получении доступа к финансовым ресурсам является одним из наиболее существенных механизмов. Администрация г.о. Ма-

риуполь оказывает помощь в подготовке документов для получения банковских кредитов, микрозаймов, субсидий и грантов от региональных и федеральных фондов поддержки предпринимательства. Взаимодействие включает информационную поддержку о доступных финансовых инструментах, помощь в составлении бизнес-планов, участие в создании или поддержке муниципальных программ льготного кредитования [5].

Упрощение административных процедур и снижение административных барьеров выступает ключевым фактором, способствующим развитию малого бизнеса. Администрация г.о. Мариуполь принимает меры по сокращению сроков рассмотрения заявок, упрощению требований к оформлению документов, предоставлению муниципальных услуг в режиме «одного окна», а также по снижению коррупционных рисков, включая формирование прозрачных и предсказуемых правил для бизнеса.

Развитие инфраструктуры поддержки малого бизнеса также является важным направлением, и включает создание бизнес-инкубаторов, технопарков, коворкинг-центров, где предприниматели получают доступ к рабочим местам, современному оборудованию, офисным помещениям на льготных условиях, а также к сетевым возможностям и коллективным услугам. Администрация г.о. Мариуполь играет активную роль в проектировании, финансировании и управлении такой инфраструктурой.

Организация образовательных программ и повышение квалификации для предпринимателей и их сотрудников направлены на развитие деловых компетенций, изучение новых технологий, освоение методов управления и маркетинга. Муниципальные власти выступают организаторами тренингов, мастер-классов, вебинаров, бизнес-школ, привлекая ведущих специалистов и экспертов. Наконец, сотрудничество в рамках муниципальных закупок представляет собой важный механизм, который обеспечивает субъектам малого бизнеса доступ к стабильным заказам и рынкам сбыта. Администрация г.о. Мариуполь проводит специальные закупки для малого бизнеса, устанавливает квоты, предоставляет преференции, а также информирует предпринимателей о предстоящих тендерах и помогает в подготовке заявок.

Комплексная схема взаимодействия органов муниципального управления с малым бизнесом на примере администрации муниципального образования городского округа Мариуполь представлена на рисунке 1.

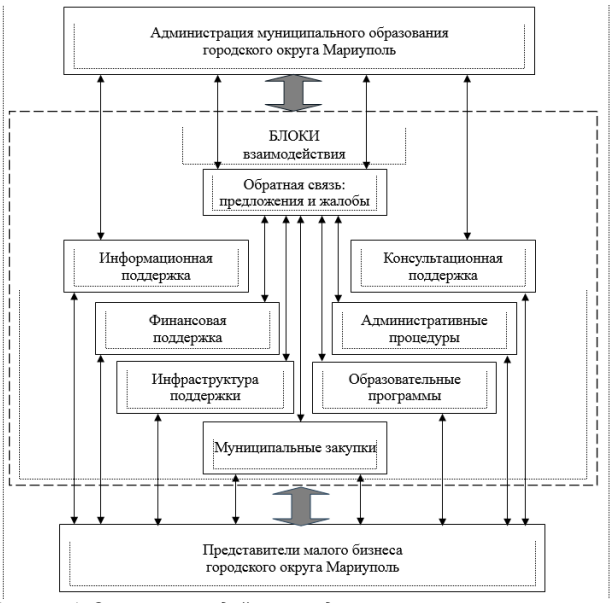


Рисунок 1. Схема взаимодействия администрации муниципального образования городского округа Мариуполь с малым бизнесом
Источник: разработано авторами по данным источника [5]

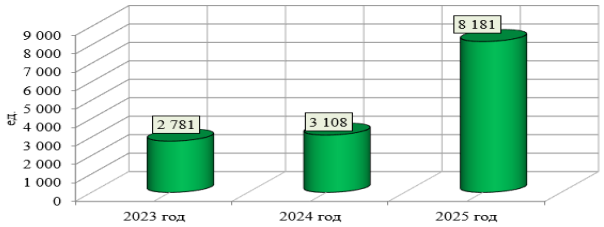


Рисунок 2. Динамика числа субъектов малого и среднего бизнеса в г.о. Мариуполь в 2023-2025 гг., ед.
Источник: составлено авторами по данным источника [5]

В целом следует говорить об эффективности существующего механизма взаимодействия администрации г.о. Мариуполь с малым бизнесом, поскольку наблюдается рост числа малых предприятий за последние три года в 3 раза, что представлено на рисунке 2.

Во многом положительная тенденция обусловлена увеличением финансовой поддержки бизнеса в 4 раза за последние три года, что представлено на рисунке 3.

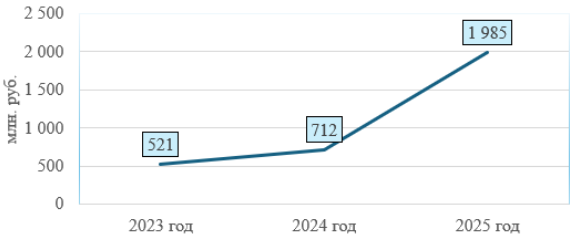


Рисунок 3. Динамика выделенных средств на поддержку субъектов малого и среднего бизнеса в г.о. Мариуполь в 2023-2025 гг., млн. руб.
Источник: составлено авторами по данным источника [5]

Несмотря на наличие разнообразных механизмов, взаимодействие органов муниципального управления с малым бизнесом в городском округе Мариуполь, как и во многих других муниципалитетах, сталкивается с рядом существенных проблем, которые снижают его эффективность и тормозят развитие предпринимательской активности [6, с. 104].

Одной из наиболее распространенных проблем является недостаточная информированность бизнеса о действующих мерах поддержки и способах их получения. Часто предприниматели, особенно начинающие, не знают о существовании определенных программ, грантов, субсидий, или не понимают, как ими воспользоваться. Информация бывает разрозненной, труднодоступной, или не всегда актуальной, что приводит к упущенным возможностям.

Второй серьезной проблемой выступают административные барьеры и излишняя бюрократизация. Несмотря на декларируемое стремление к упрощению процедур, на практике предприниматели часто сталкиваются с долгим ожиданием ответов, необходимостью сбора большого количества документов, многократными визитами в различные инстанции, а также не всегда понятными требованиями и регламентами, что увеличивает издержки бизнеса и снижает его мотивацию.

Ограниченный доступ к доступному финансированию также остается проблемой для малого бизнеса. Муниципальные программы поддержки зачастую не покрывают всех потребностей, а коммерческие кредиты могут быть недоступны из-за высоких процентных ставок, жестких требований к залогам и отсутствия кредитной истории. Особенно остро это ощущается в условиях нестабильной экономической ситуации.

Отсутствие системной и эффективной обратной связи между бизнесом и муниципалитетом также является существенным препятствием. Часто предприниматели не имеют реальных каналов для выражения своих проблем, предложений и пожеланий, а полученная информация не всегда транслируется в конкретные управленческие решения. Отсутствие регулярного диалога ведет к недопониманию и снижению доверия.

Наконец, слабая развитость инфраструктуры поддержки предпринимательства на муниципальном уровне может ограничивать возможности для роста. Данная проблема касается как физической инфраструктуры (недостаточное количество бизнес-инкубаторов, коворкингов, доступных производственных площадей), так и информационной и консалтинговой инфраструктуры (нехватка квалифицированных специалистов, отсутствие единых центров поддержки).

На основании выявленных проблем, предлагаются следующие рекомендации, направленные на совершенствование взаимодействия администрации городского округа Мариуполь с субъектами малого бизнеса.

Во-первых, необходимо создание единого информационно-сервисного портала для предпринимателей. Портал должен стать централизованным источником всей необходимой информации: о мерах поддержки, законодательстве, контактах ответственных лиц, формах документов, порядке получения услуг. Важно обеспечить регулярное обновление контента и предоставление информации в максимально доступном формате, включая интерактивные элементы, FAQ и онлайн-калькуляторы [2, с. 16].

Во-вторых, необходимо максимально перевести взаимодействие с бизнесом в электронный формат, внедрить принцип «одного окна» для наиболее востребованных услуг, сократить сроки рассмотрения заявок и уменьшить количество требуемых документов (принцип «нужны только те документы, которых нет у государства»). Регулярное проведение

аудита административных процедур для выявления и устранения барьеров [4, с. 57].

В-третьих, следует развивать и расширять механизмы льготного финансирования. Муниципалитет может активно сотрудничать с региональными и федеральными фондами, разрабатывать собственные программы микрокредитования и субсидирования для приоритетных направлений малого бизнеса, а также создавать гарантийные фонды для облегчения доступа к банковским кредитам. Важно также проводить информационные кампании о доступных финансовых инструментах.

В-четвертых, следует создать механизмы для регулярного сбора обратной связи от предпринимателей (опросы, фокус-группы, общественные слушания), а также обеспечить прозрачность дальнейшей работы с полученной информацией. Регулярное проведение встреч «круглого стола» с представителями бизнеса по ключевым вопросам развития.

В-пятых, необходимо развитие многофункциональных центров поддержки предпринимательства (МФЦ для бизнеса). Центры должны стать «единым окном» для доступа к комплексу услуг: консультационной, информационной, образовательной, помощи в подготовке документов, а также, по возможности, предоставлению помещений для коворкинга или бизнес-инкубатора. Важно обеспечить наличие квалифицированных специалистов, способных оказать всестороннюю поддержку.

Заключение

Взаимодействие администрации г.о. Мариуполь с малым бизнесом является важным направлением формирования устойчивой и динамично развивающейся экономики на местном уровне. На примере администрации муниципального образования городского округа Мариуполь было продемонстрировано, что, несмотря на наличие формальных механизмов поддержки, реальная эффективность этого взаимодействия может ухудшиться из-за ряда системных проблем, таких как недостаточная информированность, административные барьеры, сложности с финансированием, отсутствие эффективной обратной связи и недоразвитость поддерживающей инфраструктуры.

Исследование показало, что для достижения еще более лучших результатов взаимодействия необходимо перейти от разовых мероприятий к системной, целенаправленной работе, основанной на глубоком понимании потребностей бизнеса и стремлении к созданию действительно благоприятной предпринимательской среды. Внедрение предложенных рекомендаций, нацеленных на цифровизацию, упрощение процедур, расширение доступа к ресурсам и создание единых точек контакта, может существенно повысить эффективность взаимодействия, стимулировать рост малого предпринимательства и, как следствие, способствовать социально-экономическому развитию городского округа Мариуполь. Решение существующих проблем требует консолидации усилий, как со стороны муниципальных властей, так и со стороны предпринимательского сообщества, на основе взаимного доверия и стремления к достижению общих целей.

Литература

1. Багателия Д.А. Совершенствование управления экономическим взаимодействием местных органов власти и бизнеса / Д.А. Багателия, Д.О. Гогуа, З.Х. Тляшок // Сфера услуг: инновации и качество. – 2024. – № 72. – С. 60-66.
2. Балашов А.М. Возможности эффективного взаимодействия предпринимателей и местных органов власти в современных условиях / А.М. Балашов // Тенденции развития науки и образования. – 2020. – № 66-3. – С. 15-19.
3. ВелиевМ.Р. Действующие механизмы взаимодействия с частным сектором и их оценка / М.Р. Велиев // От концепции к реализации - создание будущего через науку и практику. Сборник статей международной научно-практической конференции. Уфа, 2025. – С. 64-66.
4. Заруба Н.А. Теоретические основы организации взаимодействия органов муниципального управления с предприятиями малого бизнеса / Н.А. Заруба, Д.Ю. Данилов // Учим управлять и учимся управлять. Шестой сборник научных статей. Кемерово, 2020. – С. 53-59.
5. Результаты деятельности администрации муниципального образования городского округа Мариуполь// Официальный сайт администрации городского округа Мариуполь: сайт. - URL: https://mariupol.gosuslugi.ru/deyatelnost/ (дата обращения: 26.03.2026).
6. Шевченко Е.А. Сложившиеся практики взаимодействия бизнеса и власти на муниципальном уровне: проблемы и перспективы / Е.А. Шевченко, А.С. Чаленко // Современные вызовы развития сельских территорий: социальные, экономические, организационно-правовые аспекты. Сборник научных статей по материалам международного форума. Ставрополь, 2023. – С. 102-105.
7. Шубин М.А., Антохин Ю.Н. Статистический анализ государственного воздействия на развитие инновационной деятельности // Экономика. Право. Инновации. 2021. № 3. С.63–72.
8. Шубнякова, Н. Г. Инкубирование инновационных проектов и система менторства / Н. Г. Шубнякова. — М.: «Синергия», 2023.
9. Эскиндаров М. А. Развитие предпринимательства: инновации, технологии, инвестиции / Эскиндаров М. А. - Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2021. - 352 с.

Effectiveness of Interaction between Municipal Authorities and Small Businesses

Zhvanenko S.A., Kolesnikova E.A., Zhvanenko K.I.

Azov State Pedagogical University named after P.D. Osipenko

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the mechanisms of interaction between municipal authorities and small businesses, using the Mariupol urban district administration as an example. The study aims to identify existing forms and prospects for developing this interaction, as well as to identify key issues and formulate recommendations for addressing them. The results are based on an analysis of reports and documents from the Mariupol urban district administration. The study identified key challenges in this interaction, including insufficient business awareness, administrative barriers, limited access to financing, lack of systemic feedback, and a weak support infrastructure. Based on these identified challenges, recommendations were formulated aimed at creating a unified information portal, simplifying bureaucratic procedures, developing preferential financing mechanisms, implementing a business satisfaction assessment system, and establishing multifunctional entrepreneurship support centers. The scientific novelty of this work lies in its comprehensive analysis of the specific interactions between municipal government and small business using a specific territorial example (the urban district of Mariupol), as well as in identifying current problems and proposing practical solutions that contribute to the creation of a favorable environment for small business development.

Keywords: business, municipality, entrepreneurship, mechanism, development, management, economic development.

References

1. Bagatelia D.A. Improving the Management of Economic Interaction between Local Authorities and Business / D.A. Bagatelia, D.O. Gogua, Z.Kh. Tlyashok // Services: Innovation and Quality. - 2024. - No. 72. - pp. 60-66.
2. Balashov A.M. Opportunities for Effective Interaction between Entrepreneurs and Local Authorities in Modern Conditions / A.M. Balashov // Trends in the Development of Science and Education. - 2020. - No. 66-3. - pp. 15-19.
3. Veliev M.R. Current Mechanisms of Interaction with the Private Sector and Their Assessment / M.R. Veliev // From Concept to Implementation - Creating the Future through Science and Practice. Collection of Articles from the International Scientific and Practical Conference. Ufa, 2025. - pp. 64-66.
4. Zaruba N.A. Theoretical Foundations of Organizing Interaction between Municipal Government Bodies and Small Businesses / N.A. Zaruba, D.Yu. Danilov // We Teach to Manage and Learn to Manage. Sixth Collection of Scientific Articles. Kemerovo, 2020. – Pp. 53-59.
5. Results of the Activities of the Administration of the Municipal Formation of the Urban District of Mariupol // Official Website of the Administration of the Urban District of Mariupol: website. - URL: https://mariupol.gosuslugi.ru/deyatelnost/ (date of access: 03/26/2026)
6. Shevchenko E.A. Established Practices of Interaction between Business and Government at the Municipal Level: Problems and Prospects / E.A. Shevchenko, A.S. Chalenko // Modern Challenges of Rural Development: Social, Economic, Organizational and Legal Aspects. Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the International Forum. Stavropol, 2023. – Pp. 102-105.
7. Shubin M.A., Antokhin Yu.N. Statistical analysis of government influence on the development of innovation activity // Economics. Right. Innovation. 2021. No. 3. P.63–72.
8. Shubnyakova, N. G. Incubation of innovative projects and mentoring system / N. G. Shubnyakova. - M.: “Synergy”, 2023.
9. Eskindarov M. A. Development of entrepreneurship: innovations, technologies, investments / Eskindarov M. A. - Moscow: Publishing and trading corporation "Dashkov and Co", 2021. - 352 p.

Эколого-экономическая эффективность как фактор конкурентоспособности производителей растениеводства в условиях ресурсных ограничений

Глебов Иван Петрович
док. эконом. наук, профессор, Вавиловский университет,

Жданов Василий Юрьевич
канд. эконом. наук, научный сотрудник, ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, vasilii.zhdanov@gmail.com

Цель статьи — разработать методический подход к оценке эколого-экономической эффективности как ключевого фактора долгосрочной конкурентоспособности производителей растениеводства. В статье исследуется проблема истощения почвенного плодородия в погоне за краткосрочной финансовой рентабельностью. Теоретическая база опирается на идеи о единстве экономического результата и экологической устойчивости агросистем, интегрированных с оценкой ресурсной эффективности. Предложен Индекс эколого-экономической эффективности (IEEC), объединяющий показатели экономической отдачи и экологической устойчивости (баланс NPK, воспроизводство гумуса, пестицидная нагрузка). Обоснована роль концепции 4R (правильный источник, доза, время и место внесения удобрений) как управленческого инструмента повышения IEEC. На примере сравнительного кейса показано, что традиционная финансовая оценка может искажать реальную конкурентоспособность, маскируя истощение ресурсной базы.

Ключевые слова: эколого-экономическая эффективность, конкурентоспособность производителей растениеводства, ресурсные ограничения, истощение почв, индекс IEEC, концепция 4R, устойчивое земледелие, рейтинг регионов.

Введение

В современных условиях производители растениеводства сталкиваются с жесткими ресурсными ограничениями и диктатом рынка, требующим постоянного снижения издержек. Практика показывает две разрушительные крайности. С одной стороны, в погоне за краткосрочной экономией многие агропредприятия переходят на истощающие модели земледелия: максимизация финансового результата достигается за счет скрытого заимствования у природы (выноса питательных веществ без их адекватного восполнения и деградации гумусового слоя). С другой стороны, попытки форсировать урожайность путем избыточного, экономически необоснованного внесения агрохимикатов ведут к неоправданному росту себестоимости и экологическому ущербу (вымыванию нитратов, токсикации почв) [1, 2].

Ключевая проблема заключается в том, что традиционные финансовые метрики (прибыль, рентабельность, EBITDA) не отражают этих скрытых экологических издержек и потерь эффективности. Предприятие может демонстрировать блестящие финансовые результаты в текущем году, фактически разрушая свою ресурсную базу или нерационально сжигая капитал, подрывая собственную конкурентоспособность в перспективе 3–5 лет. Стремление агробизнеса к обеспечению текущей рентабельности — это объективная необходимость для выживания на рынке [11, 13]. Однако возникает противоречие: финансовая выгода «здесь и сейчас» часто вступает в конфликт с долгосрочным сохранением производственного потенциала [3, 4]. Решение этой проблемы лежит не в отказе от прибыли ради экологии, а в поиске научно *обоснованного баланса*.

Цель статьи — разработать методический подход к оценке эколого-экономической эффективности как объективного фактора долгосрочной конкурентоспособности производителей растениеводства, интегрируемый в двухуровневую рейтинговую модель.

В статье исследуется проблема нарушения баланса в земледелии: от истощения почвенного плодородия в погоне за краткосрочной экономией до экономически неэффективной перегрузки агроэкосистем химикатами. Теоретическая база опирается на идеи А.В. Голубева [5] о единстве экономического результата и экологической устойчивости агросистем, интегрированные с работами И.П. Глебова и В.Ю. Жданова [14] связанных с рейтинговой оценкой эффективности регионов. Предложен Индекс эколого-экономической эффективности (IEEC), объединяющий показатели экономической отдачи и экологической устойчивости (баланс NPK, воспроизводство гумуса, пестицидная нагрузка). Обоснована роль концепции 4R (правильный источник, доза, время и место внесения удобрений) как управленческого инструмента повышения IEEC. На примере сравнительного кейса показано, что традиционная финансовая оценка может искажать реальную конкурентоспособность, маскируя истощение ресурсной базы или нерациональное расходование средств на удобрения и СЗР.

Обзор литературы

Проблема соотношения экономики и экологии в сельском хозяйстве является предметом широких научных дискуссий. В зарубежной литературе это направление активно развивается в рамках концепции устойчивого сельского хозяйства (Sustainable Agriculture) и природно-ресурсной теории фирмы (Natural-Resource-Based View) [9; 10]. В этих подходах экологические ограничения рассматриваются не как барьер, а как драйвер инноваций и долгосрочного конкурентного преимущества.

В отечественной аграрной науке фундаментальный вклад в решение этой проблемы внес А.В. Голубев [5]. В его работах эколого-экономическая эффективность земледелия трактуется как неразрывное единство экономического результата и воспроизводства природной основы производства. Согласно этому подходу, истинная эффективность невозможна без сохранения почвенного плодородия, поддержания бездефицитного баланса биогенных элементов и минимизации токсической нагрузки на среду. Деградация ресурсной базы неизбежно ведет к падению экономической отдачи в будущем.

Данный теоретический базис органично дополняет методику исследования, в котором конкурентоспособность производителей оценивается через эффективность использования ресурсов [7, 8, 9, 10] и рейтинговую позицию [6; 14; 15].

Методический подход

Для преодоления ограниченности чисто финансовых метрик предлагается использовать Индекс эколого-экономической эффективности (IEEC — Index of Ecological-Economic Competitiveness). Он рассчитывается как агрегированная оценка, *балансирующая экономическую отдачу и экологическую устойчивость*.

Система индикаторов

Блок экономической отдачи (I_{econ}):

— Рентабельность продаж (%);

— Маржинальный доход на 1 га пашни (руб.);

— Урожайность ключевых товарных культур (ц/га).

Блок экологической устойчивости (I_{eco}):

— Индекс баланса NPK: отношение внесенных действующих веществ к вынесенным с урожаем (оптимум стремится к 1 или имеет слабый профицит для восстановления).

— Индекс воспроизводства гумуса: расчетный баланс органического вещества в почве (с учетом пожнивных остатков и органических удобрений).

— Индекс пестицидной нагрузки (обратный): соответствие объемов применяемых СЗР экологическим нормативам и уровню фитосанитарной угрозы.

Математическая модель IEEC

Для расчета интегрального индекса частные показатели проходят процедуру min-max нормализации (приводятся к шкале от 0 до 1 с учетом пороговых значений или отраслевых бенчмарков). Затем внутри каждого блока рассчитывается среднее арифметическое нормализованных значений, формируя субиндексы I_{econ} и I_{eco}.

Сводный индекс рассчитывается как среднее геометрическое экономического и экологического субиндексов. Такой подход математически отражает суть искомого компромисса, жестко штрафуя за перекосы: предприятие не может считаться успешным, если оно сохраняет экологию ценой собственного банкротства (I_{econ}→0), равно как и если генерирует сверхприбыль за счет уничтожения почв (I_{eco}→0):

$$IEEC = \sqrt{I_{econ} \times I_{eco}}$$

где:

— I_{econ} — нормализованный субиндекс экономической отдачи (0…1);

— I_{eco} — нормализованный субиндекс экологической устойчивости (0…1).

Индекс IEEC интегрируется в двухуровневую рейтинговую модель оценки конкурентоспособности производителей (в качестве внутреннего контура оценки). Можно дополнительно использоваться рейтинг региона (R_{reg}). Региональный рейтинг вводится как корректирующий показатель внешней среды (инфраструктура, логистика, институциональные условия), формируя внешний контур оценки. Сам рейтинг региона рассчитывается на основе агрегирования показателей ресурсного потенциала, инфраструктурной обеспеченности и институциональной поддержки аграрного сектора. Формально корректировка задается как:

$$IEEC_{adj} = IEEC \times \left(1 + \lambda \times \left(R_{reg} - \bar{R}\right)\right),$$

где $\bar{R}$ — среднее значение рейтинга по выборке, а λ — коэффициент чувствительности к региональной среде. Чем выше итоговый индекс, тем выше реальная долгосрочная конкурентоспособность производителя.

Роль концепции 4R в управлении эффективностью

Инструментом практического повышения IEEC на уровне предприятия выступает концепция 4R (Right Source, Right Rate, Right Time, Right Place — правильный источник, правильная доза, правильное время и правильное место) [2; 16].

В контексте эколого-экономической эффективности стратегия 4R решает двуединую задачу:

1. Экономическая: максимизация усвоения элементов питания растениями снижает прямые потери дорогих минеральных удобрений, снижая себестоимость и повышая рентабельность (I_{econ} ↑).

2. Экологическая: предотвращение вымывания нитратов в грунтовые воды, снижение эмиссии парниковых газов и поддержание бездефицитного баланса элементов в почве (I_{eco} ↑).

Внедрение 4R-стратегии требует перехода к технологиям точного земледелия: агрохимическому обследованию каждого контура поля, дифференцированному внесению удобрений и дробным подкормкам по вегетации. Это превращает концепцию 4R из сугубо агрономического правила в мощный инструмент стратегического управления конкурентоспособностью.

Сравнение двух предприятий

Для демонстрации искажений, которые дает традиционная финансовая оценка, проведем сравнительный анализ на основе типичных профилей агропредприятий Центрально-Черноземного макрорегиона (Белгородской области), выявленных в ходе исследования. Оба предприятия работают в схожих почвенно-климатических условиях и выращивают озимую пшеницу.

Предприятие 1 (Экстенсивно-истощительная стратегия). Ориентировано на максимизацию текущей прибыли. Экономит на сложных удобрениях, внося преимущественно дешевый азот для разгона вегетативной массы. Игнорирует восполнение фосфора и калия, не работает с пожнивными остатками.

— *Экономика.* Урожайность — 55 ц/га. Рентабельность — *35%.* Нормализованный $I_{econ} = 0{,}90$ (рассчитан по методу min-max относительно регионального эталона рентабельности 38% и порога выживаемости 5%).

— *Экология.* Баланс NPK резко отрицательный (-45 кг/га д.в. по фосфору и калию). Баланс гумуса отрицательный. Нормализованный $I_{eco} = 0{,}30$ (отражает близость к критическому минимуму экологической устойчивости).

Предприятие 2 (Стратегия устойчивого интенсирования). Применяет стратегию 4R. Проводит регулярный агрохимический анализ, вносит сложные удобрения дифференцированно, заделывает солому с деструкторами для воспроизводства гумуса.

— *Экономика.* Урожайность — 52 ц/га. Рентабельность — *32%* (чуть ниже из-за затрат на сложные удобрения и аналитику). Нормализованный $I_{econ} = 0{,}80$.

— *Экология.* Баланс NPK нейтральный (+5 кг/га д.в.). Баланс гумуса бездефицитный. Нормализованный $I_{eco} = 0{,}85$ (отражает близость к экологическому эталону региона).

Расчет реальной конкурентоспособности (IEEC)

— $IEEC_{Предприятия\ 1} = \sqrt{0{,}90 \times 0{,}30} = 0{,}52$

— $IEEC_{Предприятия\ 2} = \sqrt{0{,}80 \times 0{,}85} = 0{,}82$

Если оценивать производителей по традиционным финансовым метрикам, Предприятие 1 выглядит более конкурентоспособным (рентабельность 35% против 32%). Инвесторы и банки отдадут предпочтение ему. Однако расчет IEEC вскрывает реальную картину: высокая рентабельность Предприятия 1 — это фикция, достигнутая за счет скрытой ликвидации почвенного капитала (истощения плодородия). В перспективе 3–5 лет Предприятие 1 столкнется с падением урожайности, вспышками болезней и необходимостью сверхзатрат на рекультивацию почв. Предприятие 2, напротив, обладает высокой эколого-экономической эффективностью (IEEC = 0,82) и формирует подлинное, долгосрочное конкурентное преимущество.

Научная новизна и практическая значимость

Заключается в формализации подхода к оценке эколого-экономической эффективности земледелия (в развитие идей А.В. Голубева) посредством расчета Индекса IEEC. В работе предложена интеграция ключевых экологических индикаторов (баланс NPK, воспроизводство гумуса) в рейтинговую модель оценки конкурентоспособности. Доказано, что максимизация внесения агрохимикатов не тождественна эффективности: избыточное применение удобрений необоснованно завышает себестоимость, снижая рентабельность, в то время как их критический недостаток ведет к истощению почв. В связи с этим обоснована роль концепции 4R (точного и дозированного применения ресурсов) не просто как агрономического приема, а как инструмента стратегического управления, позволяющего найти оптимальный компромисс между финансовыми затратами и сохранением плодородия.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанный инструментарий позволяет проводить объективную диагностику реальных конкурентных позиций производителей, выявляя как стратегии экстенсивного истощения земель, так и экономически неэффективную перегрузку почв химикатами. Предложенная модель IEEC может применяться инвесторами, банками и государственными органами для комплексной оценки рисков деградации ресурсной базы и нерационального расходования средств при принятии решений о кредитовании и целевом субсидировании отрасли.

Заключение

Проведенное исследование доказывает, что в условиях ресурсных ограничений обычная финансовая оценка конкурентоспособности производителей растениеводства является неполной и часто искажает реальное положение дел. Обеспечение текущей финансовой рентабельности

является обязательным условием выживания бизнеса, однако ее максимизация исключительно за счет истощения почвенного плодородия неизбежно ведет к стратегическому проигрышу. Истинная конкурентоспособность заключается в умении находить баланс.

Индекс IEEC объективно балансирует экономическую отдачу и экологическую устойчивость агросистем. Включение индекса во внутренний контур двухуровневой рейтинговой модели с последующей корректировкой на рейтинг региона (R_{reg}) позволяет получить комплексную оценку конкурентоспособности, учитывающую влияние внешней инфраструктурно-институциональной среды.

Практический расчет подтверждает: устойчивое конкурентное преимущество формируется не там, где бездумно режут затраты на питание растений, а там, где применяются наукоемкие подходы (такие как концепция 4R), обеспечивающие стабильный экономический результат при сохранении и воспроизводстве природного капитала. Внедрение индекса IEEC в практику агроконсалтинга, банковского скоринга и государственного субсидирования позволит перенаправить отрасль на рельсы долгосрочной конкурентоспособности.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 «О Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации». URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021
2. FAO. Sustainable Food and Agriculture: An Integrated Approach. Rome: FAO, 2018. URL: https://www.fao.org/3/I9037EN/i9037en.pdf
3. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. URL: https://sdgs.un.org/2030agenda
4. Porter M.E. Competitive Advantage. New York: Free Press, 1985. 557 p.
5. Голубев А.В. Адаптивная агроэкономика. Москва: КолосС, 1996. 114 с.
6. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units // European Journal of Operational Research. 1978. Vol. 2, No. 6. P. 429-444.
7. Coelli T., Rao D.S.P., O'Donnell C., Battese G. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. New York: Springer, 2005.
8. Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries // American Economic Review. 1994. Vol. 84, No. 1. P. 66-83. URL: https://www.jstor.org/stable/2117971
9. Hart S.L. A natural-resource-based view of the firm // Academy of Management Review. 1995. Vol. 20, No. 4. P. 986-1014. DOI: 10.5465/amr.1995.9512280033.
10. Pretty J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence // Philosophical Transactions of the Royal Society B. 2008. Vol. 363. P. 447-465.
11. Ansoff H.I. Strategic Management. New York: Palgrave Macmillan, 2007. 251 p.
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996. 322 p.
13. Mintzberg H., Ahlstrand B., Lampel J. Strategy Safari: A Guided Tour Through the Wilds of Strategic Management. New York: Free Press, 2005. 416 p.
14. Жданов В.Ю., Глебов И.П. «Моделирование и анализ аграрного производства в регионах России» // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. ISSN 1999–2645. — №4 (80), 2024
15. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Москва: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. 240 с.
16. ГОСТ Р 58595–2019. Почвы. Общие требования к экологической оценке антропогенной нагрузки. Москва: Стандартинформ, 2019

Ecological and Economic Efficiency as a Factor of Competitiveness of Crop Producers under Resource Constraints

Golubev A.V., Zhdanov V.Yu.

Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The purpose of the paper is to develop a methodological approach to assessing ecological and economic efficiency as a key factor in the long-term competitiveness of crop producers. The article investigates the problem of imbalance in agriculture: from soil fertility depletion in the pursuit of short-term savings to economically inefficient overloading of agroecosystems with chemicals. The theoretical basis relies on A.V. Golubev's ideas regarding the unity of economic results and the ecological sustainability of agricultural systems, integrated with the author's dissertation logic on resource efficiency assessment. An Index of Ecological-Economic Efficiency (IEEC) is proposed, combining indicators of economic return and ecological sustainability (NPK balance, humus reproduction, pesticide load). The role of the 4R concept (Right source, Right rate, Right time, Right place) is substantiated as a management tool for increasing the IEEC. Using a comparative case study, it is shown that traditional financial assessment can distort real competitiveness by masking the depletion of the resource base or the irrational expenditure of funds.

Keywords: ecological and economic efficiency, competitiveness of crop producers, resource constraints, soil depletion, IEEC index, 4R concept, sustainable agriculture.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020 "On the Food Security Doctrine of the Russian Federation". URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202001210021 (In Russ.)
2. FAO. Sustainable Food and Agriculture: An Integrated Approach. Rome: FAO, 2018. URL: https://www.fao.org/3/I9037EN/i9037en.pdf
3. United Nations. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. URL: https://sdgs.un.org/2030agenda
4. Porter M.E. Competitive Advantage. New York: Free Press, 1985. 557 p.
5. Golubev A.V. Adaptive agroeconomics. Moscow: KolosS, 1996. 114 p. (In Russ.)
6. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision-making units // European Journal of Operational Research. 1978. Vol. 2, No. 6. P. 429–444.
7. Coelli T., Rao D.S.P., O'Donnell C., Battese G. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. New York: Springer, 2005.
8. Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialized countries // American Economic Review. 1994. Vol. 84, No. 1. P. 66–83. URL: https://www.jstor.org/stable/2117971
9. Hart S.L. A natural-resource-based view of the firm // Academy of Management Review. 1995. Vol. 20, No. 4. P. 986–1014. DOI: 10.5465/amr.1995.9512280033.
10. Pretty J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence // Philosophical Transactions of the Royal Society B. 2008. Vol. 363. P. 447–465.
11. Ansoff H.I. Strategic Management. New York: Palgrave Macmillan, 2007. 251 p.
12. Kaplan R.S., Norton D.P. The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action. Boston: Harvard Business School Press, 1996. 322 p.
13. Mintzberg H., Ahlstrand B., Lampel J. Strategy Safari: A Guided Tour Through the Wilds of Strategic Management. New York: Free Press, 2005. 416 p.
14. Zhdanov V.Yu., Glebov I.P. Modeling and analysis of agricultural production in the regions of Russia // Regional Economics and Management: Electronic Scientific Journal. ISSN 1999–2645. No. 4 (80), 2024. (In Russ.)
15. Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands. Moscow: FGNU "Rosinformagrotech", 2003. 240 p. (In Russ.)
16. GOST R 58595-2019. Soils. General requirements for the ecological assessment of anthropogenic load. Moscow: Standartinform, 2019. URL: https://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=236208 (In Russ.)

Адаптация фармацевтических цепей поставок России в условиях структурных шоков: сценарное моделирование рисков и затрат

Железняков Максим Владимирович
бакалавр, Московский технологический институт, maximzhe@bk.ru

В статье рассматриваются стратегии адаптации фармацевтических цепей поставок России к структурным шокам на верхнем уровне цепи снабжения. Предлагается двухэтапная стохастическая модель, сопоставляющая ожидаемые операционные затраты и риск дефицита активных фармацевтических субстанций с учетом регуляторного лага, маршрутных ограничений, отраслевой специфики и институциональной достижимости альтернативных источников снабжения в условиях перехода к наднациональному регуляторному режиму ЕАЭС. Эмпирическим основанием постановки служит сохраняющийся разрыв между формальной локализацией лекарственных препаратов и производством полного цикла, ограничивающий возможность быстрого подключения альтернативных поставщиков. Расчетный эксперимент показывает, что умеренная диверсификация снижает $CVaR_{0,75}$ дефицита на 26,9% при росте ожидаемых затрат на 1,45%, тогда как практически предпочтительные решения лежат вне зоны предельной локализации. Это указывает на ключевую роль скорости институциональной реконфигурации снабжения для поддержания лекарственной безопасности.

Ключевые слова: фармацевтические цепи поставок; структурные шоки; структурная устойчивость; диверсификация поставщиков; риск дефицита; лекарственная безопасность.

Введение

Структурные шоки в верхнем уровне цепи снабжения российской фармацевтики перестали быть частной логистической проблемой. Сохраняющаяся зависимость от импорта активных фармацевтических субстанций, разрыв части прежних транспортных коридоров и институциональная инерция допуска новых контрагентов приводят к тому, что сбой на входе быстро превращается в риск дефицита, ценового давления и вынужденной перестройки производственной конфигурации [Фиранчук, 2025, с. 42-45]. Локальное нарушение здесь не остается локальным: оно распространяется вниз по цепи и повышает цену ошибочного решения о реконфигурации снабжения.

Российский контур этой проблемы имеет собственную жесткость. После 2022 г. импортная зависимость не исчезла, а изменила форму: при относительной сохранности общего внешнего снабжения усилилась значимость поставок субстанций и выросла чувствительность к сбоям на верхнем уровне цепи [Фиранчук, 2025, с. 42-45]. Параллельно кризисная реконфигурация цепей поставок сделала типичными поиск альтернативных направлений, расширение круга поставщиков и создание дополнительной избыточности [Трансформация цепей поставок…, 2023, с. 19-20]. Но именно здесь возникает главный практический вопрос: не всякая формально желательная диверсификация достижима в пределах ограниченного времени.

Исследовательская задача статьи состоит в том, чтобы количественно сопоставить стратегии адаптации фармацевтического снабжения в условиях структурных шоков, когда решение о смене конфигурации упирается не только в затраты, но и в регуляторное время, маршрутные ограничения и риск критического дефицита.

1. Степень разработанности проблемы

Литература по нарушениям цепей поставок развивалась по двум основным направлениям. Первое - концептуальное. В его рамках анализировались типы рисков, различия между адаптацией со стороны предложения и со стороны спроса, а также организационные решения, которые в устойчивой среде повышают эффективность, но в условиях шока усиливают уязвимость системы [Tang, 2006, p. 451-454]. Второе направление - моделирующее. Здесь нарушение поставок рассматривается как особый тип неопределенности, меняющий требования к конфигурации сети, резервированию мощностей, выбору поставщиков и управлению запасами [OR/MS models for supply chain disruptions…, 2016, p. 89-92]. Именно это переводит проблему из плоскости частных операционных сбоев в плоскость структурной адаптации.

Для фармацевтического сектора такой общей рамки недостаточно. Здесь одновременно действуют требования к качеству, разрешительному режиму, ограниченному сроку физической годности продукции и критичности дефицита для конечного потребителя. Поэтому модели, приемлемые для обычных промышленных цепей, в фармацевтике быстро сталкиваются с содержательными ограничениями. Не случайно специализированные постановки вводят в анализ неопределенность спроса и предложения, заменяемость продукции, сроки годности и иные параметры, непосредственно влияющие на конфигурацию сети и режим управления потоками [Zahiri, Jula, Tavakkoli-Moghaddam, 2017].

Именно верхний уровень цепи снабжения сегодня становится ключевой зоной уязвимости. Современные эмпирические исследования показывают, что даже при формально достаточном числе зарегистрированных производителей фактическая конфигурация поставок может оставаться концентрированной, а билатеральная диверсификация по субстанции и готовой форме - редкой [Upstream pharmaceutical supply chains…, 2025]. Следовательно, само по себе число поставщиков еще не гарантирует структурную устойчивость. Существенны архитектура межфирменных зависимостей, география производственных площадок и возможность их реального переключения в пределах ограниченного времени.

Наиболее близкие к настоящей работе исследования используют сценарные и двухэтапные стохастические постановки для анализа фармацевтических цепей поставок в условиях геополитического давления и экспортных ограничений [Sabogal De La Pava, Tucker, 2025, p. 641-644]. Это важный шаг, но и здесь альтернативная конфигурация снабжения обычно считается доступной, если она экономически целесообразна. Для фармацевтической отрасли такое допущение слишком сильное. Новый поставщик может быть найден, но это еще не означает, что он может

быть быстро включен в снабжение. Между желательной альтернативой и реально достижимой альтернативой лежит регуляторное время.

Отсюда и возникает исследовательский разрыв, на котором строится статья. Во-первых, фармацевтические цепи поставок требуют специальной постановки, а не механического переноса общих моделей нарушения поставок. Во-вторых, уязвимость верхнего уровня цепи снабжения определяется не только географией и числом поставщиков, но и разрешительным режимом подключения новых источников. В-третьих, в существующих моделях регуляторный лаг обычно выступает внешним фоном, тогда как в данной работе он вводится как ограничение достижимости альтернативной конфигурации снабжения в пределах рассматриваемого горизонта.

2. Информационная база, сценарии и допущения модели

Первый контур образуют данные о внешнеторговой конфигурации снабжения. Микроданные здесь фрагментарны. После ограничения публикации детализированной статистики ФТС России калибровка параметров мощности, надёжности и внешней доступности поставок опирается на зеркальные данные стран-контрагентов, прежде всего UN Comtrade, Eurostat и GACC. Такой выбор не устраняет всех искажений, однако позволяет корректно восстановить структурную картину внешнего снабжения: в 2022-2024 гг. доля импорта в потреблении фармацевтической продукции изменилась незначительно, поставки из «недружественных» стран сохранили доминирующее значение, а часть перенастройки пришлась не на готовые лекарственные формы, а на субстанционный контур [Фиранчук, 2025]. Свежий отчёт DSM Group дополняет эту картину уже со стороны внутреннего рынка: по итогам 2025 г. объём фармацевтического рынка превысил 3,3 трлн руб., доля импортных препаратов составила 53,2% в стоимостном выражении и 30,7% в упаковках, доля локализованных препаратов - 46,8% и 69,3% соответственно, а государственный сегмент достиг 36% рынка лекарственных препаратов [DSM Group, 2026, с. 3-5, 9-12, 136]. При этом препараты полного цикла занимают лишь 22,5% рынка в рублях и 32,6% в упаковках [DSM Group, 2026, с. 123]. Именно этот разрыв - между номинальной локализацией и производством полного цикла - и составляет эмпирическую опору для к-параметра модели: значительная часть поставщиков, формально присутствующих на российском рынке, не является мгновенно активируемой альтернативой при реализации шока.

Второй контур составляют нормативные источники, задающие институциональные ограничения пространства решений. Формальные сроки здесь не декоративны. В прежней конфигурации ключевой отправной точкой выступало Постановление Правительства РФ от 03.12.2015 № 1314, определявшее порядок инспектирования производителей лекарственных средств на соответствие требованиям надлежащей производственной практики. Именно в этой логике фиксировался длительный регуляторный цикл допуска иностранного производителя. Однако к моменту подготовки настоящей редакции нормативная среда изменилась. С 1 января 2026 г. прекратили действие регистрационные удостоверения препаратов, не прошедших перерегистрацию по правилам ЕАЭС, а с 1 марта 2026 г. национальная система GMP-инспектирования утрачивает самостоятельное значение, поскольку инспекции проводятся уже в рамках единого режима ЕАЭС [DSM Group, 2026, с. 7-8]. Поэтому регуляторный лаг трактуется в работе не как буквальное воспроизведение срока из одного национального акта, а как агрегированный параметр институциональной достижимости поставщика, включающий прохождение регуляторного цикла, инспекционной процедуры и фактического допуска в условиях наднационального режима.

Третий контур образуют стратегические и регуляторно-политические документы, задающие институциональную среду промышленной адаптации. Они не используются для прямой параметризации стоимостных коэффициентов и вероятностей сценариев, но необходимы для корректной интерпретации решений о диверсификации, развитии производства фармацевтических субстанций и допуске альтернативных производителей. Ключевое значение здесь имеет Стратегия развития фармацевтической промышленности Российской Федерации до 2030 г., закрепляющая приоритет расширения выпуска субстанций и производств полного цикла. Этот фон уточняется мерами 2025-2026 гг.: балльная система локализации институционально разводит выпуск готовой формы и более глубокую производственную автономию, а механизм «второй лишний» усиливает позиции поставщиков полного цикла. В модели данные механизмы отдельно не параметризуются и учитываются как элемент институционального фона, прежде всего влияющий на условия переключения в каналах, связанных с государственными закупками, доля которых в 2025 г. достигла 36% рынка лекарственных препаратов [DSM Group, 2026, с. 4, 8-11].

Четвёртый контур связан с построением сценарной структуры и базового распределения вероятностей. Прямая статистическая идентификация здесь невозможна. Геополитические и логистические шоки редки, неоднородны и плохо поддаются частотной оценке на горизонте, сопоставимом с горизонтом модели. Поэтому вектор вероятностей задаётся как расчётное допущение, согласованное с качественной оценкой вероятности усиления санкционного и логистического давления, а не с механической экстраполяцией прошлого. При этом данные DSM Group полезны и на этом уровне: они не диктуют сами вероятности, но уточняют структурный фон сценарного выбора, показывая, что после всплеска выпуска в 2025 г. Еврозона входит в фазу ожидаемого снижения, тогда как Китай и Индия сохраняют положительную производственную динамику, причём индийский контур дополнительно усиливается за счёт субстанционного направления [DSM Group, 2026, с. 6-7]. Это не отменяет экспертного характера сценарного распределения. Но делает его менее произвольным.

Пятый контур образует отраслевая инвестиционная аналитика, прежде всего данные о вводе и развёртывании новых мощностей по выпуску активных фармацевтических субстанций и готовых лекарственных форм. Этот слой не описывает текущую торговую конфигурацию и не задаёт вероятности сценариев, но позволяет реалистично определить поведение внутреннего кластера в расчётном горизонте. По данным DSM Group, в 2025-2026 гг. введены либо находятся в стадии развёртывания не менее десяти производственных объектов, включая мощности по выпуску субстанций, онкологических и иммунологических препаратов, антибиотиков и вакцин [DSM Group, 2026, с. 123-126]. Вместе с тем значительная часть этих объектов находится на стадии достройки, поэтапного запуска или выхода на проектный режим. Поэтому в базовой спецификации внутренний кластер не трактуется как мгновенно расширяемый компенсатор внешнего шока.

Уровень агрегирования в модели намеренно укрупнён. Избыточная детализация при отсутствии верифицируемых микроданных была бы методологически несостоятельной. Поставщики активных фармацевтических субстанций объединены в четыре кластера - Китай, Индия, Европейский союз и внутренний производитель, - а логистическая конфигурация сведена к четырём типовым маршрутам: международный транспортный коридор «Север - Юг», восточное направление, европейский маршрут и воздушный канал. Такое решение позволяет удержать различия по издержкам, мощности, маршрутной доступности и регуляторному времени подключения, не подменяя отсутствие надёжной микроинформации искусственной точностью. В этом смысле маршрутный контур входит в раздел не как техническая деталь, а как один из базовых носителей сценарной неоднородности: шоки реализуются не только через выпадение поставщика, но и через закрытие либо удорожание конкретного канала движения субстанций.

3. Математическая постановка

Формальная основа исследования - двухэтапное стохастическое программирование. Именно такая постановка соответствует природе рассматриваемой задачи: решения о конфигурации снабжения и резервировании мощности принимаются до реализации неопределённости, тогда как фактическое распределение потоков, использование стратегического резерва и масштаб дефицита определяются уже после реализации конкретного сценария внешней среды [Birge, Louveaux, 2011; Shapiro, Dentcheva, Ruszczyński, 2014].

Пусть J- множество кластеров поставщиков, R- множество маршрутов, G- множество терапевтических групп, T- множество периодов, Ω- множество сценариев. На первом этапе выбираются бинарные переменные y_{jr}, отражающие включение связки «поставщик j- маршрут r» в допустимый портфель снабжения, и непрерывные переменные $x_{jr} \geq 0$, задающие резервируемую мощность по соответствующей связке. На втором этапе, после реализации сценария $\omega \in \Omega$, определяются фактические поставки q^{ω}_{jrgt}, уровень стратегического резерва z^{ω}_{gt} и неудовлетворённый спрос δ^{ω}_{gt}.

Целевая функция задаёт компромисс между ожидаемыми операционными затратами и хвостовым риском дефицита:

$$\min \ (1-\lambda) \sum_{\omega \in \Omega} p_{\omega} \, C_{\omega} + \lambda \cdot CVaR_{\beta}(L_{\omega}),$$

где $\lambda \in [0; 1]$ - параметр неприятия риска, C_{ω}- совокупные операционные затраты в сценарии ω, L_{ω} - стоимостная оценка дефицита, β- уровень хвостовой меры риска. При $\lambda = 0$ модель минимизирует ожидаемые затраты; при $\lambda = 1$ приоритет полностью смещается к защите от тяжёлых дефицитных сценариев.

Разведение C_ω и L_ω здесь принципиально. Совокупные затраты C_ω включают постоянные затраты на резервирование мощности, переменные затраты на закупку и транспортировку субстанций, а также затраты на хранение стратегического резерва. Величина L_ω, напротив, выделяется в самостоятельный объект: именно она входит в аргумент $CVaR$, поскольку хвостовой риск в данной постановке определяется не общим уровнем операционных затрат, а тяжестью неудовлетворённого спроса в критических состояниях среды. Тем самым модель оценивает риск не как дороговизну системы вообще, а как вероятность и масштаб лекарственной недоступности в неблагоприятных сценариях.

В работе принимается $\beta = 0{,}75$. Такой выбор обусловлен размерностью сценарного пространства. При четырёх дискретных сценариях уровень 0,95 фактически редуцировал бы хвостовую меру почти к одному наихудшему состоянию, тогда как уровень 0,75 сохраняет усреднение по нескольким тяжёлым исходам и потому позволяет содержательно сопоставлять альтернативные стратегии адаптации [Rockafellar, Uryasev, 2000, p. 21-24]. Для линеаризации меры риска используется стандартное представление:

$$CVaR_\beta(L_\omega) = \xi + \frac{1}{1-\beta}\sum_{\omega\in\Omega} p_\omega\,\eta_\omega,$$

при ограничениях

$$\eta_\omega \geq L_\omega - \xi, \eta_\omega \geq 0.$$

Такая запись сохраняет линейную структуру задачи и делает возможной её реализацию в смешанно-целочисленной линейной форме.

Ниже ограничения записываются для всех допустимых сочетаний индексов $j \in J$, $r \in R$, $g \in G$, $t \in T$, $\omega \in \Omega$, если из записи не следует иное.

Базовое ограничение второго этапа задаёт баланс спроса по каждой терапевтической группе и периоду:

$$\sum_{j\in J}\sum_{r\in R} q^\omega_{jrgt} + z^\omega_{g,t-1} - z^\omega_{gt} + \delta^\omega_{gt} = d_{gt}.$$

Здесь d_{gt} обозначает потребность по группе g в периоде t. Экономический смысл ограничения прямой: спрос может быть покрыт текущими поставками, запасом, перенесённым из предыдущего периода, либо, в случае невозможности полного покрытия, фиксируется как дефицит.

Фактические поставки ограничены резервируемой мощностью первого этапа, работоспособностью поставщика, доступностью маршрута и институциональной возможностью реально подключить альтернативу в пределах рассматриваемого горизонта:

$$\sum_{g\in G} q^\omega_{jrgt} \leq a^\omega_r \cdot \rho^\omega_j \cdot \kappa_{jt} \cdot x_{jr}.$$

Здесь a^ω_r отражает доступность маршрута r в сценарии ω, ρ^ω_j - работоспособность поставщика j , а κ_{jt} - коэффициент регуляторной доступности. Мультипликативная форма этого ограничения существенна: если хотя бы один из факторов принимает нулевое значение, поставка по соответствующей связке блокируется полностью. Следовательно, достижимость альтернативы определяется не одним параметром, а пересечением транспортных, производственных и институциональных условий.

Именно коэффициент κ_{jt} делает институциональное время рабочим параметром модели. Он не описывает физическую мощность как таковую. Его функция иная. κ_{jt} представляет собой редуцированное выражение институционального барьера, отделяющего формальное присутствие поставщика на рынке от его фактической способности войти в снабжение в требуемый момент. В этой точке модель прямо опирается на эмпирику предыдущего раздела: наблюдаемый разрыв между долей локализованных препаратов и долей производства полного цикла показывает, что часть источников, внешне доступных или формально локализованных, не может интерпретироваться как мгновенно активируемый резерв. Следовательно, экономически желательная альтернатива не должна автоматически считаться достижимой.

В практической реализации κ_{jt} задаётся ступенчатым образом:

$\kappa_{jt} = \begin{cases} 0, & t < \tau_j, \\ 1, & t \geq \tau_j, \end{cases}$ где τ_j - длительность институционального цикла подключения поставщика из кластера j. Такая спецификация отражает временной барьер: до завершения этого цикла альтернатива в модели считается недоступной, после его прохождения - потенциально активируемой. Для уже квалифицированных направлений $\tau_j = 0$; для ускоренного режима подключения - один период; для полного цикла - более длительный горизонт. Содержательно τ_j трактуется как агрегированное время прохождения регуляторного цикла в наднациональном режиме ЕАЭС, включая перерегистрацию, инспекционную процедуру и фактическое включение в разрешённый контур обращения.

Связь между решениями первого этапа и допустимостью потока задаётся ограничением активации:

$x_{jr} \leq \bar{X}_{jr} \cdot y_{jr}$. Здесь $\bar{X}_{jr}$ - верхняя граница мощности по связке j, r. Это исключает фиктивное резервирование объёмов по направлениям, не включённым в допустимый портфель снабжения.

Дополнительно в модели учитываются ограничения на максимальную мощность поставщиков, верхнюю границу стратегического резерва с учётом ограниченного срока физической годности субстанций, пропускную способность рефрижераторного сегмента холодовой цепи, минимальную долю внутреннего производства и ограничение чрезмерной концентрации на одном внешнем контуре. Эти условия удерживают постановку внутри фармацевтического предметного поля и не позволяют свести задачу к абстрактной транспортной схеме.

В результате формируется двухэтапная смешанно-целочисленная линейная задача. Программная реализация выполнена в среде Pyomo 6.9.x, решение получено с использованием HiGHS. Постановка допускает параметрический анализ компромисса между ожидаемыми затратами и хвостовым риском дефицита.

4. Результаты численного эксперимента

4.1. Граница Парето «ожидаемые операционные затраты - $CVaR_{0,75}$ дефицита»

Параметрическая развертка по λ формирует кривую компромисса между ожидаемыми операционными затратами и хвостовым риском дефицита. Существенна не каждая точка сама по себе, а форма кривой: она выраженно коленообразна.

Таблица 1

Граница Парето «операционные затраты - CVaR□,□□»

λ	E[OPEX]	ΔOPEX, %	$CVaR_{0,75}$	ΔCVaR, %
0,00	18 590,2	0,000	25 760,8	0,000
0,10	18 832,8	+1,31	19 056,8	−26,02
0,25	18 859,8	+1,45	18 828,6	−26,91
0,50	20 697,5	+11,34	16 735,7	−35,03
0,75	21 855,2	+17,56	15 668,1	−39,18
1,00	23 615,2	+27,03	15 661,9	−39,20

Примечание. Значения E[OPEX] и CVaR□,□□ приведены в тыс. условных денежных единиц.

Источник: составлено автором по результатам численного эксперимента.

На участке λ = 0,10 - 0,25 прирост ожидаемых затрат составляет лишь 1,3 - 1,5 %, тогда как хвостовой риск дефицита снижается на 26,0 - 26,9 %. Это и есть рабочая зона. Дальше начинается область убывающей отдачи: переход к более высоким уровням неприятия риска требует уже двузначного прироста затрат, тогда как дополнительное снижение $CVaR_{0,75}$ становится существенно слабее. Отсюда вытекает первый содержательный вывод: практически релевантной оказывается не вся граница Парето, а ее начальный и средний участок.

4.2. Структура оптимального портфеля и механизмы снижения риска

Изменение λ влияет не только на положение точки на границе Парето, но и на сам механизм защиты системы. Таблица 2 показывает, что по мере роста неприятия риска меняется не только соотношение между ожидаемыми затратами и $CVaR_{0,75}$, но и структура оптимального портфеля поставщиков.

Базовая конфигурация при $\lambda = 0$ имеет концентрированный характер: Китай обеспечивает 65,0 % портфеля, Индия - 5,0 %, внутренний контур - 30,0 %, тогда как европейский сегмент отсутствует. Такая структура соответствует задаче минимизации ожидаемых затрат и потому закономерно опирается на наиболее экономичные и уже доступные направления снабжения. Однако именно в этой конфигурации система остаётся наиболее уязвимой к тяжёлым сценариям.

При переходе к $\lambda = 0{,}10$ и $\lambda = 0{,}25$ модель осуществляет точечную реконфигурацию портфеля. Доля индийского направления сокращается с 5,0 до 1,9 %, а затем до нуля, тогда как европейский сегмент впервые появляется в структуре снабжения и возрастает с 3,1 до 5,0 %. Китайский и внутренний контуры при этом сохраняют роль структурных якорей. Следовательно, снижение хвостового риска на промежуточных уровнях неприятия риска достигается не за счёт радикального пересмотра всей архитектуры снабжения, а за счёт ограниченного подключения нового сегмента с иным профилем сценарной уязвимости.

Этот результат нельзя трактовать упрощённо. Выигрыш возникает не из самого факта увеличения числа контрагентов, а из подключения

сегмента, связанного с иной комбинацией маршрутной доступности, институционального времени подключения и вероятности выпадения в неблагоприятных сценариях. Иначе говоря, полезна не диверсификация как таковая, а диверсификация по структуре риска. Именно поэтому даже ограниченное включение европейского направления на промежуточных уровнях λпозволяет заметно снизить $CVaR_{0,75}$ при почти неизменных ожидаемых затратах.

Таблица 2

Структура оптимального портфеля поставщиков при изменении λ

λ	Китай, %	Индия, %	ЕС, %	Внутренний контур, %	Доминирующий механизм снижения риска
0,00	65,0	5,0	0,0	30,0	минимизация ожидаемых затрат
0,10	65,0	1,9	3,1	30,0	начальная портфельная реконфигурация
0,25	65,0	0,0	5,0	30,0	портфельная диверсификация
0,50	63,2	0,0	6,8	30,0	пик диверсификации по европейскому контуру
0,75	65,0	5,0	0,0	30,0	буферизация через стратегический резерв
1,00	65,0	5,0	0,0	30,0	буферизация через стратегический резерв

Примечание. Для λ = 0 приведены точные доли оптимального портфеля. Для остальных значений λ таблица отражает результаты численного эксперимента. При λ = 0,75 и λ = 1,00 структура портфеля идентична; различие между этими точками проявляется в уровне стратегического резерва и величине CVaR□,□□ (см. таблицу 1).
Источник: составлено автором по результатам численного эксперимента.

Максимума эта логика достигает при $\lambda = 0{,}50$. В этой точке доля европейского сегмента возрастает до 6,8 %, китайского - снижается до 63,2 %, индийское направление остаётся нулевым, а внутренний контур сохраняется на уровне 30,0 %. Следовательно, именно при $\lambda = 0{,}50$ наблюдается пик портфельной диверсификации по европейскому контуру. Данная точка ещё не означает возврата к базовой конфигурации; напротив, она завершает фазу активной реконфигурации портфеля.

Переключение механизма происходит между $\lambda = 0{,}50$ и $\lambda = 0{,}75$. При $\lambda = 0{,}75$ структура портфеля резко возвращается к исходной конфигурации: Китай - 65,0 %, Индия - 5,0 %, Европейский союз - 0 %, внутренний контур - 30,0 %. При этом, как показывает таблица 1, $CVaR_{0,75}$ продолжает снижаться. Следовательно, дальнейшее уменьшение хвостового риска обеспечивается уже не за счёт диверсификации портфеля, а за счёт иного инструмента - стратегического резервирования. В точке $\lambda = 1{,}00$ эта логика сохраняется.

Таким образом, численный эксперимент выявляет два конкурирующих режима адаптации. Первый - портфельная реконфигурация, наиболее выраженная на участке $\lambda = 0{,}10$ - $0{,}50$, где умеренное увеличение ожидаемых затрат сопровождается подключением европейского сегмента и заметным снижением хвостового риска. Второй - буферизация, начинающая доминировать с $\lambda = 0{,}75$, когда структура поставщиков возвращается к базовой, а дальнейшее снижение риска обеспечивается уже за счёт стратегического резерва. Именно это переключение и образует ключевой содержательный результат данного подраздела: на разных участках границы Парето система использует разные механизмы защиты, и потому снижение риска нельзя свести к одному универсальному инструменту.

Заключение

В статье предложена двухэтапная стохастическая модель, позволяющая сопоставить стратегии адаптации верхнего уровня фармацевтической цепи снабжения в условиях структурных шоков. В отличие от более стандартных постановок, в пространство решений введено не только соотношение затрат и риска, но и институциональное время подключения альтернативного поставщика.

Полученные результаты уточняют сам объект анализа. В стандартной постановке уязвимость фармацевтического снабжения часто описывается как выбор между более дешевой концентрацией и более дорогой диверсификацией. Численный эксперимент показывает более сложную картину. Критическим ресурсом оказывается не только география поставок, но и институциональное время, отделяющее формально найденного поставщика от поставщика, реально доступного для снабжения. Иначе говоря, структурная уязвимость верхнего уровня цепи снабжения определяется сочетанием концентрации, маршрутной достижимости и регуляторной инерции подключения альтернативы.

С точки зрения промышленной политики результаты следует интерпретировать осторожно. Они не означают, что локализация производства субстанций теряет значение. Корректнее сформулировать вывод следующим образом: в пределах рассмотренной постановки ускорение и институциональное упрощение допуска альтернативных источников способно давать более быстрый эффект снижения риска дефицита, чем механическое ужесточение требований к доле внутреннего производства при сохранении длительного разрешительного цикла. Иначе говоря, скорость реконфигурации здесь оказывается не менее важной, чем ее конечная география.

Вместе с тем границы интерпретации должны быть зафиксированы прямо. Модель использует агрегирование по кластерам поставщиков, не включает явную ценовую эластичность спроса, лишь частично учитывает терапевтическую заменяемость и опирается на экспертное задание вероятностей сценариев. Поэтому статья не претендует на исчерпывающую макромодель фармацевтической отрасли России. Ее задача уже: показать, как меняется относительная предпочтительность стратегий адаптации верхнего уровня цепи снабжения, если в пространство решений вводится институциональное время подключения альтернативного поставщика.

Литература

1. Бродецкий Г.Л., Герами В.Д., Гусев Д.А., Колик А.В. Трансформация цепей поставок в ситуации глобального кризиса // Анализ и прогноз. Журнал ИМЭМО РАН. - 2023. - № 2. - С. 14 - 23.
2. Ноздрачева Е.Н., Евстратов А.В., Соловьева О.И., Кьеремех Р. Структура фармацевтического рынка России и факторы устойчивости его развития // Азимут научных исследований: экономика и управление. - 2023. - Т. 12. - № 4(45). - С. 37-41.
3. Овод А.И., Толкачева И.В., Атоева М.А., Гребнева М.Е. Рост цен на фармацевтическом рынке как угроза лекарственной безопасности России // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2023. - № 2. - С. 71-77.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 03.12.2015 № 1314 «Об определении соответствия производителей лекарственных средств требованиям правил надлежащей производственной практики».
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.06.2023 № 1495-р «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года».
6. Сидорова О.Е., Дзизинская Д.В. Анализ санкционных рисков импорта фармацевтических субстанций // Вестник Евразийской науки. - 2023. - Т. 15. - № 2. - Ст. 85ECVN223.
7. Фиранчук А.С. Российский импорт фармацевтических товаров в период санкций // Российский внешнеэкономический вестник. - 2025. - № 9. - С. 42-59.
8. Birge J.R., Louveaux F. Introduction to stochastic programming. - New York : Springer, 2011.
9. DSM Group. Фармацевтический рынок России: итоги 2025 г. [Электронный ресурс]. - M. : DSM Group, 2026. - 136 с. - URL: https://dsm.ru/upload/medialibrary/5f7/2zcz3tg123l3tp791b3idbm7aldioc92/DSM-Group-Annual-report-2025-rus.pdf (дата обращения: 31.03.2026).
10. European Court of Auditors. Special report 19/2025: Critical shortages of medicines: EU measures were of added value, but structural problems remain. - Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2025.
11. Postma D.J., De Smet P.A.G.M., Mantel-Teeuwisse A.K., et al. Upstream pharmaceutical supply chains of 10 high-use pharmaceuticals in the Netherlands: a cohort study // BMJ Open. - 2025. - Vol. 15. - e099697.
12. Rajabi R., Shadkam E., Khalili S.M. Design and optimization of a pharmaceutical supply chain network under COVID-19 pandemic disruption // Sustainable Operations and Computers. - 2024. - Vol. 5. - P. 102 - 111.
13. Rockafellar R.T., Uryasev S. Optimization of conditional value-at-risk // Journal of Risk. - 2000. - Vol. 2. - N 3. - P. 21 - 41.

14. Sabogal De La Pava M.L., Tucker E.L. Effects of geopolitical strain on global pharmaceutical supply chain design and drug shortages // European Journal of Operational Research. - 2025. - Vol. 327. - N 2. - P. 641 - 654.

15. Shapiro A., Dentcheva D., Ruszczyński A. Lectures on stochastic programming: Modeling and theory. - Philadelphia : SIAM, 2014.

16. Snyder L.V., Atan Z., Peng P., et al. OR/MS models for supply chain disruptions: a review // IIE Transactions. - 2016. - Vol. 48. - N 2. - P. 89 - 109.

17. Tang C.S. Perspectives in supply chain risk management // International Journal of Production Economics. - 2006. - Vol. 103. - N 2. - P. 451 - 488.

18. Zahiri B., Jula P., Tavakkoli-Moghaddam R. Design of a pharmaceutical supply chain network under uncertainty // Information Sciences. - 2017. - Vol. 423. - P. 257-283.

Adaptation of Russian pharmaceutical supply chains under structural shocks: scenario modelling of risks and costs

Zheleznyakov M.V.
Moscow Technological Institute

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines adaptation strategies of Russia's pharmaceutical supply chains under structural shocks at the upstream supply level. A two-stage stochastic model is proposed to compare expected operating costs and the risk of shortages of active pharmaceutical ingredients, considering regulatory lag, route constraints, sector-specific features, and the institutional feasibility of alternative supply sources under the transition to the supranational EAEU regulatory regime. The model is empirically grounded in the persistent gap between formal localization and full-cycle production, which limits the rapid activation of alternative suppliers. The computational experiment shows that moderate diversification reduces shortage $CVaR_{0,75}$ by 26.9% with only a 1.45% increase in expected costs, while the most practically relevant solutions lie outside the zone of maximum localization. This points to the key role of the speed of institutional supply reconfiguration in maintaining medicine security.

Keywords: pharmaceutical supply chains; structural shocks; structural resilience; supplier diversification; shortage risk; medicine security.

References

1. Brodetskiy G.L., Gerami V.D., Gusev D.A., Kolik A.V. Transformation of supply chains in the situation of a global crisis // Analysis and forecast. Journal of IMEMO RAS. - 2023. - No. 2. - Pp. 14-23.
2. Nozdracheva E.N., Evstratov A.V., Solovieva O.I., Kyeremeh R. Structure of the pharmaceutical market in Russia and factors of its development sustainability // Azimuth of scientific research: economics and management. - 2023. - Vol. 12. - No. 4(45). - Pp. 37-41.
3. Ovod A.I., Tolkacheva I.V., Atoeva M.A., Grebneva M.E. Rising prices in the pharmaceutical market as a threat to drug safety in Russia // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. - 2023. - No. 2. - P. 71-77.
4. Resolution of the Government of the Russian Federation of 03.12.2015 No. 1314 "On Determining the Compliance of Medicine Manufacturers with the Requirements of Good Manufacturing Practice."
5. Order of the Government of the Russian Federation of 07.06.2023 No. 1495-r "On Approval of the Strategy for the Development of the Pharmaceutical Industry of the Russian Federation through 2030."
6. Sidorova O.E., Dzizinskaya D.V. Analysis of Sanctions Risks of Imports of Pharmaceutical Substances // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - Vol. 15. - No. 2. - Art. 85ECVN223.
7. Firanchuk A.S. Russian imports of pharmaceutical products during the sanctions period // Russian Foreign Economic Bulletin. - 2025. - No. 9. - Pp. 42-59.
8. Birge J.R., Louveaux F. Introduction to stochastic programming. - New York : Springer, 2011.
9. DSM Group. Russian pharmaceutical market: results to 2025 [Electronic resource]. - Moscow : DSM Group, 2026. - 136 p. - URL: https://dsm.ru/upload/medialibrary/5f7/2zcz3tg123l3tp791b3idbm7aldioc92/DSM-Group-Annual-report-2025-rus.pdf (accessed: 31.03.2026).
10. European Court of Auditors. Special report 19/2025: Critical shortages of medicines: EU measures were of added value, but structural problems remain. - Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2025.
11. Postma D. J., De Smet P. A. G. M., Mantel-Teeuwisse A. K., et al. Upstream pharmaceutical supply chains of 10 high-use pharmaceuticals in the Netherlands: a cohort study // BMJ Open. - 2025. - Vol. 15. - e099697.
12. Rajabi R., Shadkam E., Khalili S.M. Design and optimization of a phar-maceutical supply chain network under COVID-19 pandemic disruption // Sustain-able Operations and Computers. - 2024. - Vol. 5. - P. 102 - 111.
13. Rockafellar R.T., Uryasev S. Optimization of conditional value-at-risk // Journal of Risk. - 2000. - Vol. 2. - N 3. - P. 21 - 41.
14. Sabogal De La Pava M.L., Tucker E.L. Effects of geopolitical strain on global pharmaceutical supply chain design and drug shortages // European Journal of Operational Research. - 2025. - Vol. 327. - N 2. - P. 641 - 654.
15. Shapiro A., Dentcheva D., Ruszczyński A. Lectures on stochastic programming: Modeling and theory. - Philadelphia: SIAM, 2014.
16. Snyder L.V., Atan Z., Peng P., et al. OR/MS models for supply chain disruptions: a review // IIE Transactions. - 2016. - Vol. 48. - N 2. - P. 89 - 109.
17. Tang C.S. Perspectives in supply chain risk management // International Journal of Production Economics. - 2006. - Vol. 103. - N 2. - P. 451 - 488.
18. Zahiri B., Jula P., Tavakkoli-Moghaddam R. Design of a pharmaceutical supply chain network under uncertainty // Information Sciences. - 2017. - Vol. 423. - P. 257-283.

Кластеризация регионов Центрального федерального округа по уровню социально-экономического развития

Козлов Дмитрий Андреевич
кандидат экономических наук, директор Института экономики и туризма, Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, kozlov_da@rambler.ru

Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования типологии развития регионов в современных условиях. В статье анализируется социально-экономическое развитие регионов Центрального федерального округа на основе кластерного анализа методом k-средних за период 2016-2024 гг. Методической основой послужил подход, позволивший выделить однородные группы территорий по совокупности воспроизводственных, инвестиционных и демографических показателей. Результаты показали наличие шести кластеров, отражающих полицентричность экономического пространства округа. Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных выводов при разработке дифференцированной региональной политики, направленной на снижение диспропорций в уровне экономического развития территорий. Полученные результаты могут служить основой для совершенствования инструментов стратегического планирования и управления человеческим капиталом на мезоуровне. Дальнейшие исследования целесообразно направить на углубленный анализ институциональных факторов, обеспечивающих стабильность экономического развития и снижение межрегиональной дифференциации.

Ключевые слова: кластерный анализ, регион, социально-экономическое развитие, дифференциация, человеческий капитал, миграция.

Актуальность исследования

Региональные социально-экономические системы развиваются под влиянием значительного числа факторов, среди которых помимо ранее существовавших есть и новые. К данному перечню относят цифровизацию, повышение наукоемкости производства, изменения в человеческом капитале, адаптация цепочек поставок к меняющейся геополитической обстановке. Кроме того, различны и внутренние факторы.

Согласно теории неравномерного развития [1], процессы в пространственном аспекте протекают неравномерно. Это естественным образом формирует высокую дифференциацию развития в территориальном плане. Что в свою очередь порождает процессы перетопка ресурсов всех типов, в том числе человеческих. Человеческий капитал, являясь в современных условиях одним из важнейших факторов обеспечения конкурентоспособности территорий, перетекает в те субъекты, которые могут обеспечить инфраструктуру соответствующего качества. Отдельные авторы полагают, что основной причиной является уровень реального заработной платы [2].

Формирование инфраструктуры и привлечение наиболее качественного человеческого капитала, позволяют территориям демонстрировать более высокие темпы развития. Это согласно теории кумулятивной причинности [3], объясняется позитивными изменениями и процессами в регионе. Одновременно с этим происходит отток ресурсов из более слабо развитых регионов, что еще больше увеличивает дифференциацию субъектов. Если исследовать особенности российских регионов [4], то также следует отметить, что на экономическое развитие помимо прочего оказывает влияние уровень урбанизации территорий [5], а также наличие крупных городов [6].

Если анализировать экономическое развитие регионов Центрального федерального округа (ЦФО), то можно отметить, что за период 2016-2024 гг. среднегодовые темпы изменения валового регионального продукта (ВРП) всех регионов являются положительными. Средние величины темпов составляют более 100% (рисунок 1).

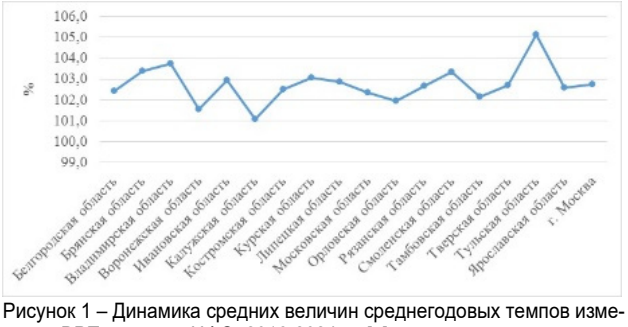


Рисунок 1 – Динамика средних величин среднегодовых темпов изменения ВРП, регионы ЦФО, 2016-2024 гг. [7]

Лидерами роста выступают Тульская (105,1%), Владимирская (103,7%) и Брянская (103,4%) области. Наименьшие величины наблюдаются в Калужской (101,1%) и Воронежская (101,5%) области. При этом несмотря на значительные различия в абсолютных величинах по регионам, средние темпы изменения ВРП демонстрируют относительную однородность. Коэффициент вариации составляет менее 1%.

В связи с этим возникает необходимость разделения совокупности регионов на группы с целью выявления и изучения особенностей развития отдельных кластеров. Это объясняется повышением актуальности данного направления в условиях роста интенсивности внутренних потоков и изменений внешней среды.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования стало разделение регионов ЦФО на кластеры по уровню экономического развития.

Разделение было проведено на основе кластерного анализа методом к-средних с выделением 6 групп.

Исходными данными послужили данные Росстата: валовой региональный продукт на душу населения, руб.; уровень участия в составе рабочей силы; потребность в работниках, заявленная работодателями в органы службы занятости населения; инвестиции в основной капитал на

душу населения, руб.; среднедушевые денежные доходы, руб./мес.; среднемесячная номинальная зарплата, руб.; степень износа основных фондов, %; коэффициент миграционного прироста.

Таким образом, в соответствии с поставленной целью было сформулировано несколько задач:

- провести кластерный анализ, сформировать группы территорий;
- проанализировать результаты неиерархического кластерного анализа.

Практическая значимость данного исследования состоит в потенциальном применении результатов работы в рамках стратегического планирования экономического развития территорий представителями органов государственной власти.

Методы и методика исследования

Выделение групп регионов по схожести тенденций развития в данной работе проведено методами кластерного анализа. Показатели были использованы следующие:

- X1 - валовой региональный продукт на душу населения, руб.;
- X2 - уровень участия в составе рабочей силы;
- X3 - потребность в работниках, заявленная работодателями в органы службы занятости населения;
- X4 - инвестиции в основной капитал на душу населения, руб.;
- X5 - среднедушевые денежные доходы, руб./мес.;
- X6 - среднемесячная номинальная зарплата, руб.;
- X7 - степень износа основных фондов, %;
- X8 - коэффициент миграционного прироста

Были исчислены средние значения указанных выше показателей в разрезе регионов ЦФО а период 2016-2024 гг. Полученные таким образом данные представлены в таблице 1.

Таблица 1
Исходные данные по регионам ЦФО, 2016-2024 гг.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Белгородская область	729902,24	64,23	20785,89	113980,67	37476,99	41088,40	151809,9	11,01
Брянская область	405875,14	59,84	10274,89	67095,20	32414,22	35518,80	77973,56	-9,90
Владимирская область	484232,40	63,21	17561,78	84081,59	29718,73	39346,57	85973,67	-3,12
Воронежская область	522105,50	61,02	22422,00	131789,24	36355,93	39927,38	265568,9	30,75
Ивановская область	335197,92	62,19	10863,33	48944,41	31731,74	32045,92	35831,56	-37,27
Калужская область	590405,42	64,42	11331,78	108750,21	34949,73	47573,74	123699	94,50
Костромская область	436771,46	59,69	6951,67	56754,68	32300,37	35416,02	34809,22	-58,38
Курская область	536762,78	61,50	9264,22	152380,93	33862,84	39572,70	101976,6	11,46
Липецкая область	632496,53	63,18	11758,78	147765,43	36083,63	40676,32	130482,8	10,75
Московская область	777594,47	66,72	53736,11	138071,21	50411,52	63577,38	1527789	146,00
Орловская область	439338,32	57,96	7665,44	75578,89	32221,79	35230,17	49350,89	-26,05
Рязанская область	486624,53	56,93	11634,89	71587,08	31182,51	40340,88	97055,33	22,02
Смоленская область	473422,51	62,04	10115,44	81962,48	32737,80	37001,83	60755,22	-27,23
Тамбовская область	421659,79	58,83	9086,11	93252,52	31723,89	34240,24	68991,78	-26,86
Тверская область	456295,00	62,93	13429,89	86832,38	31796,30	39884,07	122925,4	-10,26
Тульская область	568675,46	63,23	22607,56	119547,49	33062,54	45001,81	157986,1	35,21
Ярославская область	574368,77	63,30	12899,22	89747,83	35108,52	41854,37	122411	-5,65
г. Москва	2008610,81	67,46	131702,78	337715,41	88337,16	107023,94	4879448	71,50

На следующем шаге было проведено нормирование показателей, путем соотнесения фактического значения показателя региона с максимальным значением по группе территорий. Полученные таким образом стандартизированные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2
Нормированные данные по регионам ЦФО, 2016-2024 гг.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Белгородская область	0,3634	0,9522	0,1578	0,3375	0,4242	0,3839	0,0311	0,0754
Брянская область	0,2021	0,8872	0,0780	0,1987	0,3669	0,3319	0,0160	-0,0678
Владимирская область	0,2411	0,9371	0,1333	0,2490	0,3364	0,3676	0,0176	-0,0214
Воронежская область	0,2599	0,9046	0,1702	0,3902	0,4116	0,3731	0,0544	0,2106
Ивановская область	0,1669	0,9219	0,0825	0,1449	0,3592	0,2994	0,0073	-0,2553
Калужская область	0,2939	0,9550	0,0860	0,3220	0,3956	0,4445	0,0254	0,6473
Костромская область	0,2174	0,8849	0,0528	0,1681	0,3656	0,3309	0,0071	-0,3999
Курская область	0,2672	0,9117	0,0703	0,4512	0,3833	0,3698	0,0209	0,0785
Липецкая область	0,3149	0,9366	0,0893	0,4375	0,4085	0,3801	0,0267	0,0736
Московская область	0,3871	0,9891	0,4080	0,4088	0,5707	0,5940	0,3131	1,0000
Орловская область	0,2187	0,8592	0,0582	0,2238	0,3648	0,3292	0,0101	-0,3643
Рязанская область	0,2423	0,8440	0,0883	0,2120	0,3530	0,3769	0,0199	0,3080
Смоленская область	0,2357	0,9198	0,0768	0,2427	0,3706	0,3457	0,0125	-0,3808
Тамбовская область	0,2099	0,8722	0,0690	0,2761	0,3591	0,3199	0,0141	-0,3756
Тверская область	0,2272	0,9330	0,1020	0,2571	0,3599	0,3727	0,0252	-0,1435
Тульская область	0,2831	0,9374	0,1717	0,3540	0,3743	0,4205	0,0324	0,4924
Ярославская область	0,2860	0,9384	0,0979	0,2657	0,3974	0,3911	0,0251	-0,0791
г. Москва	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Были сформированы 6 кластеров, с основными параметрами, представленными в таблице 3.

Таблица 3
Евклидовы расстояния между кластерами

Кластер	Евклидовы расст. между кластерами (Таблица данных1) Расстояния под диагональю Квадраты расстояний над диагональю					
Номер	Но. 1	Но. 2	Но. 3	Но. 4	Но. 5	Но. 6
Но. 1	0,000000	0,067319	0,129804	0,237074	0,279894	0,186074
Но. 2	0,259458	0,000000	0,019297	0,470739	0,090495	0,040113
Но. 3	0,360283	0,138914	0,000000	0,510912	0,033850	0,008438
Но. 4	0,486902	0,686104	0,714781	0,000000	0,725484	0,611128
Но. 5	0,529050	0,300824	0,183982	0,851754	0,000000	0,010344
Но. 6	0,431363	0,200282	0,091856	0,781747	0,101706	0,000000

Сформированная структура из шести кластеров отражает неоднородность экономического пространства округа. На основе проведенного анализа было сформировано 6 кластеров:

- кластер 1 – Московская область – данный регион можно охарактеризовать как территорию максимальными значениями миграционного коэффициента при относительно средних остальных показателях. Возможно это связано с формированием собственного центра притяжения человеческого капитала, независимого от г. Москвы, несмотря на территориальную близость;
- кластер 2 – Калужская, Рязанская, Тульская области – данные территории можно описать как относительно сбалансированные. Как особенность становится возможным выделить относительно высокую инвестиционную активность и привлекательные условия оплаты труда;
- кластер 3 – Белгородская, Воронежская, Курская и Липецкая области – субъекты данного кластера демонстрируют высокую потребность в человеческом капитале, при этом наблюдается высоким инвестиционными затратами в основной капитал;
- кластер 4 – г. Москва – ожидаемый лидер по абсолютным показателям;
- кластер 5 – Ивановская, Костромская, Орловская, Смоленская, Тамбовская области – в данных регионах наблюдается относительно невысокие показатели инвестиций в основной капитал и средние доходы населения, подкрепленные отрицательным миграционным приростом;
- кластер 6 – Брянская, Владимирская, Тверская, Ярославская области – территории, которые можно отнести к серединным субъектам с умеренными значениями показателей.

Подводя итог проведенному исследованию становится возможным отметить, что результаты кластерного анализа подтверждают высокие диспропорции в уровне экономического развития. Центр – г. Москва, Московская область формирует самостоятельные точки притяжения человеческого капитала. Также выделяется группа субъектов, которую можно определить, как депрессивную. Остальные регионы формируют либо промежуточную группу, либо группу субъектов промышленной специализации.

Дальнейшее развитие данной тематики видится в расширении числа изучаемых регионов, а также в углубленном анализе факторов, обеспечивающих стабильность экономического развития и снижение дифференциации.

Литература

1. Hirschman A. O. The strategy of economic development. – 1958.
2. Fujita M., Krugman P. R., Venables A. The spatial economy: Cities, regions, and international trade. – MIT press, 2001.
3. Myrdal G., Sitohang P. Economic theory and under-developed regions. – 1957.
4. Жестянников, С. Г. Особенности социально-экономического развития муниципальных образований, расположенных вблизи крупного

города / С. Г. Жестянников // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2023. – № 3. – С. 99-126. – DOI 10.52180/2073-6487_2023_3_99_126. – EDN SVOBLL.

5. Литвин, А. А. Урбанизация и экономический рост: эмпирический анализ на примере Китая / А. А. Литвин // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 3, № 6(159). – С. 111-119. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.06.03.013. – EDN ZBJJAA.

6. Пахнина, С. Ю. Крупные города в региональном экономическом пространстве / С. Ю. Пахнина // Проблемы развития территории. – 2023. – Т. 27, № 6. – С. 24-43. – DOI 10.15838/ptd.2023.6.128.3. – EDN DHGBOA.

7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. / Росстат. М., 2024. 1081 с.

Clustering of regions of the Central Federal District by level of socio-economic development

Kozlov D.A.

Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletov

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The relevance of the study is determined by the need to identify a typology of regional development in the context of increasing interregional differentiation and intensification of internal migration flows. The article analyzes the socio-economic development of the regions of the Central Federal District on the basis of k-means cluster analysis for the period 2016-2024. The methodological basis was an approach that made it possible to identify homogeneous groups of territories based on a set of reproductive, investment and demographic indicators. The results showed the presence of six stable clusters reflecting the polycentricity of the district's economic space. The practical significance of the work lies in the possibility of applying the findings in the development of differentiated regional policy aimed at reducing disparities in the level of economic development of territories. The results obtained can serve as a basis for improving strategic planning and human capital management tools at the meso level. Further research should focus on an in-depth analysis of the institutional factors ensuring the stability of economic development and reducing interregional differentiation.

Keywords: cluster analysis, region, socio-economic development, differentiation, human capital, migration.

References

1. Hirschman A. O. The strategy of economic development. – 1958.
2. Fujita M., Krugman P. R., Venables A. The spatial economy: Cities, regions, and international trade. – MIT press, 2001.
3. Myrdal G., Sitohang P. Economic theory and under-developed regions. – 1957.
4. Tinsyannikov, S. G. Features of socio-economic development of municipalities located near a large city / S.G. Tinsyannikov / / Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences – 2023, No. 3. - Yes. 99126. – DOI 10.52180/2073-6487_2023_3_99_126. – EDN SVOBLL.
5. Litvin, A.A. Urbanization and economic development: an empirical analysis on the example of China / A. A. Litvin // Economics and management: problems, their solutions. – 2025. Vol. 3, No. 6 (159). pp.111119. – DOI 10.36871/ek.up.p.r.2025.06.03.013. – EDN ZBJJAA.
6. Pakhnina, S. Y. large cities in the regional economic space / S.Y. Problems of territorial development. – 2023. Vol. 27, No. 6. - Yes. 24-43. – DOI 10.15838/ptd.2023.6.128.3. – EDN DHGBOA.
7. Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2024: collection status / Rosstat. Moscow, 2024. 1081 p.

Управление развитием цифрового потенциала региона в условиях перехода к экономике данных: инвестиционно-инновационный подход

Куликова Ирина Юрьевна
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, ipccirinak@yandex.ru

В статье исследуется трансформация регионального управления в условиях формирования экономики данных, где информация и цифровые технологии выступают в качестве ключевого производственного ресурса. На основе анализа эмпирических данных за 2024-2025 годы выявлены основные тенденции инвестирования в цифровую инфраструктуру российских регионов. В работе обосновывается необходимость перехода от фрагментарной цифровизации отдельных отраслей к системному управлению развитием цифрового потенциала как интегральной характеристики готовности региона к функционированию в экономике данных. Предложен инвестиционно-инновационный подход, объединяющий финансовые вложения в цифровую инфраструктуру и организационно-управленческие инновации. Кроме того, сформулированы рекомендации по совершенствованию региональной политики управления цифровым потенциалом.

Ключевые слова: цифровой потенциал, регион, экономика данных, трансформация, инвестиции, инновационное развитие, региональное управление, цифровая инфраструктура.

Переход российской экономики к новой технологической парадигме, основанной на использовании больших данных, искусственного интеллекта и сквозных цифровых технологий, актуализирует проблему формирования и развития цифрового потенциала регионов. Согласно Указу Президента Российской Федерации, цифровая трансформация отнесена к национальным целям развития страны до 2030 года. Национальный проект «Экономика данных», реализуемый с 2025 года, пришёл на смену программе «Цифровая экономика» и предполагает качественно иной уровень интеграции цифровых решений в систему государственного управления и реальный сектор экономики [7, 12].

В научном дискурсе категория «цифровой потенциал региона» остаётся методологически недостаточно проработанной. Исследователи и ведущие эксперты в сфере инвестирования в диджитал-проекты мезотерриторий по-разному трактуют её соотношение с понятиями «цифровое развитие», «цифровая зрелость», «инновационный потенциал» [11]. Существующие подходы к оценке цифрового потенциала преимущественно ориентированы на количественные показатели использования информационно-коммуникационных технологий, что не позволяет в полной мере оценить готовность региональной экономической системы к переходу к экономике данных.

В этой связи, аспекты и направления разработки теоретических и методических основ управления развитием цифрового потенциала региона на основе инвестиционно-инновационного подхода является весьма значимой задачей, требующей детального рассмотрения.

В современной экономической науке категория «цифровой потенциал региона» рассматривается как многомерное понятие, включающее совокупность ресурсных, инфраструктурных и институциональных условий, обеспечивающих способность региональной экономической системы к эффективному использованию цифровых технологий для социально-экономического развития. Как справедливо отмечает Н.А. Логачева, цифровой потенциал региона представляет собой «интегральную характеристику готовности региональной экономической системы к внедрению и использованию цифровых технологий во всех сферах деятельности» [4].

Важно разграничить категории «цифровой потенциал» и «цифровая трансформация». Если первая отражает статическую характеристику наличных возможностей региона, то вторая – динамический процесс преобразования экономических и социальных отношений под влиянием цифровых технологий. Как подчёркивается в исследовании О.С. Приходченко, «ключевым фактором регионального экономического развития в современных условиях являются цифровые преобразования, охватывающие все сегменты экономики» [8].

Структура цифрового потенциала региона может быть представлена тремя взаимосвязанными компонентами. Первый компонент – инфраструктурный, который включает уровень развития телекоммуникационной инфраструктуры, обеспеченность широкополосным доступом к сети Интернет, наличие центров обработки данных. Второй компонент – ресурсный, характеризуемый наличие квалифицированных кадров в сфере информационных технологий, уровень цифровой грамотности населения, объём инвестиций в цифровые технологии. Третий компонент носит институциональный характер. Он отражает степень внедрения цифровых сервисов в государственном управлении, уровень интеграции информационных систем, нормативно-правовое обеспечение цифровой трансформации.

Предложенная трёхкомпонентная структура позволяет перейти от абстрактного обсуждения цифрового потенциала к его количественной оценке и управлению его развитием. При этом инвестиционно-инновационный подход предполагает, что увеличение цифрового потенциала достигается не только за счёт финансовых вложений в инфраструктуру, но и за счёт организационных и управленческих инноваций, обеспечивающих эффективное использование созданной инфраструктуры.

Стоит отметить, что динамика региональных инвестиций в информационно-коммуникационные технологии в последние годы демонстрирует устойчивую положительную тенденцию. Так, в 2024 году суммарные расходы 89 субъектов Российской Федерации на ИКТ составили 311,9 млрд. рублей, что на 18,2% превышает показатель 2023 года. Примечательно, что фактический объём расходов превысил запланирован-

ные на начало года показатели на 11,6%. Данное обстоятельство свидетельствует о пересмотре приоритетов региональных бюджетов в пользу цифровизации в ходе исполнения бюджетов. [1, 5]

Структура региональных ИКТ-расходов в 2024 году сохраняла высокую степень концентрации, а именно 59% пришлось на пять регионов-лидеров – Москву, Санкт-Петербург, Московскую область, Свердловскую область и Пермский край. Москва, занимающая первое место в рейтинге, реализует около ста проектов с использованием искусственного интеллекта на транспорте, в здравоохранении, образовании, строительстве и других сферах городского хозяйства [14]. В столице запущена платформа «Искусственный интеллект» для разработки, тестирования и обучения моделей, с помощью которой специалисты обучили и внедрили порядка трёхсот ИИ-моделей.

Значительный рост ИКТ-расходов в 2024 году наблюдался в ряде регионов, где финансирование цифровизации было существенно увеличено в процессе исполнения бюджетов. В Запорожской области фактические расходы на ИКТ составили 343,7 млн. рублей при первоначально запланированных 42,2 млн. Аналогичная ситуация сложилась в Луганской и Донецкой народных республиках, где фактические расходы превысили плановые в 4,7 и 1,8 раза соответственно [14].

В 2025 году ожидается дальнейший рост региональных ИКТ-расходов – по прогнозам экспертов, они могут увеличиться ещё на 11,6%. Однако структура расходов претерпевает существенные изменения: завершается финансирование проектов по оснащению образовательных учреждений в рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда» и созданию единого цифрового контура в здравоохранении. На первый план выходят задачи импортозамещения программного обеспечения, внедрения технологий искусственного интеллекта и развития сервисов для населения.

Стоит заметить, что Новосибирская область демонстрирует один из наиболее показательных примеров успешного развития цифрового потенциала. По итогам 2025 года регион занял шестое место в федеральном рейтинге эффективности руководителей цифровой трансформации. Вклад сферы информации и связи в валовой региональный продукт составляет 4%, при этом в регионе зарегистрировано более трёх тысяч ИТ-компаний, в которых работают свыше тридцати тысяч специалистов. Оборот региональных ИТ-организаций в 2025 году вырос на 15% по сравнению с предыдущим годом и достиг 220 млрд. рублей. Налоговый вклад ИТ-индустрии в региональный бюджет вырос на треть и составил 16 млрд. рублей.

Инвестиционная активность в ИТ-отрасли Новосибирской области в 2025 году проявилась в завершении строительства крупных объектов: центра обработки данных компании «Мегафон», дата-центра компании «Альфа-Финанс», нового корпуса компании «Элтекс», производственного комплекса компании «ФайберТрейд» по выпуску трансиверов. Объём инвестиций только в эти проекты составил не менее 9 млрд. рублей [4, 5]. Регион поддерживает инвестиционную деятельность в отрасли через предоставление инфраструктурно обустроенных площадок, мер административной и финансовой поддержки, включая инвестиционный налоговый вычет.

Особого внимания заслуживает вопрос кадрового обеспечения цифровой трансформации. По программе льготной ИТ-ипотеки в Новосибирской области в 2025 году выдан 861 кредит на сумму более 6 млрд. рублей, а всего за период действия программы с 2022 года жилищные условия улучшили около четырёх тысяч сотрудников региональной ИТ-отрасли. Эта мера поддержки, наряду с созданием цифровых лабораторий на базе университетов и колледжей, способствует закреплению квалифицированных кадров в регионе.

Безусловно, для эффективного управления развитием цифрового потенциала региона необходима его достоверная количественная оценка. Анализ существующих методик позволяет выделить несколько подходов, различающихся по системе показателей и методам интеграции.

Первый подход, основан на выделении двух составляющих цифровой инфраструктуры региона: материальной и информационно-коммуникационной [10]. К материальным показателям относятся затраты на информационные и коммуникационные технологии в общем объёме валового регионального продукта, доля организаций, использующих персональные компьютеры, серверы, глобальные сети. Информационно-коммуникационная подсистема характеризуется долей организаций, использующих информационно-коммуникационные технологии, имеющих веб-сайты, использующих локальные вычислительные сети и специальные программные средства.

Второй подход предполагает систематизацию показателей, отражающих процессы цифровой трансформации в регионе, с последующим сравнительным анализом по федеральным округам [8]. Оценка и мониторинг этих показателей позволяют принимать управленческие решения, направленные на цифровые преобразования в системе экономического развития региона. Проведённая оценка показала, что лидирующие позиции сохраняются у Центрального федерального округа, однако процесс цифровой трансформации интенсивно развивается во всех федеральных округах Российской Федерации.

Третий подход, акцентирует внимание на мультипликативном эффекте, который создаёт экономика данных для регионального развития. Здесь выделяется три основных канала воздействия экономики данных на пространственное развитие регионов: снижение значимости географической удалённости, генерация новых точек экономического роста на основе региональных цифровых активов и модификация подходов к территориальному планированию через использование пространственных данных [6].

Обобщение существующих подходов позволяет предложить интегральный показатель цифрового потенциала региона, рассчитываемый как средневзвешенная величина нормированных частных показателей по трём группам: инфраструктурные показатели (обеспеченность широкополосным доступом к сети Интернет, покрытие сотовой связью), ресурсные показатели (доля занятых в ИТ-отрасли, объём инвестиций в ИКТ на душу населения) и институциональные показатели (доля государственных услуг, предоставляемых в электронном виде, уровень цифровой грамотности населения). Применение такого интегрального показателя позволяет ранжировать регионы по уровню цифрового потенциала и отслеживать динамику его изменения.

Развитие цифрового потенциала региона требует системного подхода, объединяющего инвестиционную и инновационную составляющие. Инвестиционная компонента предполагает финансовые вложения в развитие телекоммуникационной инфраструктуры, создание центров обработки данных, приобретение программного обеспечения и оборудования. Инновационная компонента включает внедрение новых организационных форм управления цифровой трансформацией, разработку и внедрение цифровых сервисов для населения и бизнеса, повышение цифровой грамотности.

Ключевым элементом инвестиционно-инновационного подхода является признание того факта, что инвестиции в цифровую инфраструктуру без соответствующих организационных и управленческих инноваций не приводят к адекватному росту цифрового потенциала. Как показал анализ, регионы, лидирующие по объёмам ИКТ-расходов (Москва, Санкт-Петербург, Московская область), одновременно являются лидерами по внедрению инновационных цифровых сервисов и технологий искусственного интеллекта [9].

Реализация инвестиционно-инновационного подхода предполагает решение следующих задач. Первая задача – это обеспечение синхронизации инвестиционных проектов в сфере цифровизации с приоритетами социально-экономического развития региона. Это означает, что выбор направлений инвестирования должен определяться не только технологической целесообразностью, но и потенциальным вкладом в достижение региональных целей развития – повышение качества жизни населения, рост производительности труда, улучшение инвестиционного климата. [1, 11]

Решение второй задачи заключается в создании механизмов вовлечения частного бизнеса в финансирование цифровой инфраструктуры. Как показывает опыт Новосибирской области, частные инвестиции в строительство центров обработки данных и производство телекоммуникационного оборудования могут существенно дополнять бюджетное финансирование. Для этого необходимы меры государственной поддержки – налоговые льготы, субсидии, предоставление инфраструктурно обустроенных площадок.

Сущность третьей задачи состоит в формирование системы мониторинга и оценки эффективности использования цифрового потенциала. Такая система должна включать не только показатели затрат на цифровизацию, но и показатели результатов – рост производительности труда в отраслях, использующих цифровые технологии, сокращение времени предоставления государственных услуг, повышение удовлетворённости граждан качеством цифровых сервисов.

Реализация национального проекта «Экономика данных» требует от регионов новых подходов к управлению цифровой трансформацией. Как отмечается в отчёте о реализации проекта в Ульяновской области, все 88 массовых социально значимых услуг предоставляются жителям региона в электронном виде, а оценка удовлетворённости граждан составила 59,74% при плановом значении 53%. Эти показатели свидетельствуют о том, что системная работа по цифровизации государственных услуг приносит ощутимые результаты. [10]

Анализ региональной практики позволяет выделить несколько факторов, определяющих эффективность использования цифрового потенциала. Первый фактор заключается в оценке уровня цифровой грамотности населения и квалификация кадров. Как показывает опыт Новосибирской области, наличие большого числа квалифицированных ИТ-специалистов, а именно более 30 тыс. чел., создаёт основу для развития цифровой экономики. Однако не менее важна цифровая грамотность населения в целом, поскольку именно от неё зависит востребованность цифровых сервисов.

Сущность второго фактора заключается в интеграции информационных систем различных ведомств и уровней власти. Фрагментарность информационных систем, их несовместимость между собой приводят к многократному вводу одних и тех же данных, увеличивают время предоставления услуг и снижают доверие граждан к цифровым сервисам. Решение этой проблемы требует не только технологических, но и организационных усилий – унификации форматов данных, разработки регламентов межведомственного взаимодействия.

Третий фактор отражает наличие эффективных механизмов обратной связи от граждан и бизнеса. Как показывает практика Санкт-Петербурга, развитие портала «Наш Санкт-Петербург» и Центра обработки вызовов 004 позволяет оперативно выявлять проблемы в работе цифровых сервисов и своевременно их устранять. Внедрение голосовых помощников для обработки звонков граждан на горячих линиях различных учреждений также повышает качество обратной связи. [14]

Помимо указанных выше, крайне важны четвёртый и пятый факторы, определяющих успешность применения цифрового потенциала мезотерриторий. Так, оценка четвертого фактора заключается в определении уровня защищённости информационных систем и обеспечение кибербезопасности. Переход к экономике данных сопровождается ростом угроз информационной безопасности, что требует адекватных мер защиты. В частности, в Ульяновской области в рамках национального проекта особое внимание уделяется повышению осведомлённости граждан о кибергигиене, поскольку данное направление напрямую связано с защитой персональных данных и общей безопасностью в цифровой среде.

В свою очередь, пятый фактор заключается в обеспечении адаптивности системы управления цифровой трансформацией. Регионы, добившиеся наибольших успехов в цифровизации (Москва, Санкт-Петербург, Новосибирская область), характеризуются наличием гибких механизмов управления, позволяющих быстро реагировать на изменения технологической среды и запросов пользователей. Создание при Министерстве цифрового развития и связи Новосибирской области Центра кластерного развития в ИТ-сфере и ИТ-клуба способствует кооперации реального сектора экономики с -компаниями, составляющих основу развития отрасли информационно-коммуникационных технологий в регионе, а также продвижению бренда Новосибирска как ИТ-столицы.

На основе проведённого анализа можно сформулировать ряд рекомендаций по совершенствованию региональной политики управления развитием цифрового потенциала в условиях перехода к экономике данных.

Во-первых, необходим плавный переход от проектного к процессному управлению цифровой трансформацией. Национальный проект «Экономика данных» задаёт целевые ориентиры, но достижение этих ориентиров требует выстраивания устойчивых процессов цифровизации на региональном уровне. Это предполагает создание постоянно действующих механизмов мониторинга и актуализации региональных стратегий цифровой трансформации, увязку цифровых проектов с бюджетным процессом. При этом развитие инфраструктуры пространственных будет являться основой для принятия управленческих решений, так как именно экономика данных модифицирует подходы к территориальному планированию через использование пространственных данных. Формирование единой цифровой платформы пространственных данных региона позволит повысить обоснованность решений в области градостроительства, транспорта, землепользования и других сферах.

Во-вторых, целесообразно создание региональных центров компетенций по внедрению технологий искусственного интеллекта. Как показывает опыт Москвы, где реализуется около ста проектов с использованием искусственного интеллекта, такие центры позволяют тиражировать успешные решения и снижать издержки на внедрение . Региональные центры компетенций могли бы выполнять функции методической поддержки органов власти и бизнеса, оценки эффективности проектов, подготовки кадров [14].

В-третьих, необходимо развитие механизмов государственно-частного партнёрства в сфере цифровой инфраструктуры. Масштаб задач по цифровой трансформации требует привлечения частных инвестиций. Перспективными формами ГЧП могут быть концессионные соглашения на создание центров обработки данных, государственно-частные партнёрства по внедрению отраслевых цифровых платформ, инвестиционные соглашения с ИТ-компаниями о создании новых производств. В свою очередь, цифровой потенциал должен рассматриваться не как самостоятельная цель, а как ресурс достижения социально-экономических целей региона. Данный аспект предполагает включение показателей цифрового развития в региональные стратегии и программы социально-экономического развития, увязку цифровых проектов с национальными проектами в других сферах.

Подводя итог сказанному выше, необходимо заключить, что формирование и развитие цифрового потенциала региона является ключевым условием успешного перехода к экономике данных. Цифровой потенциал региона представляет собой многомерную характеристику, включающую инфраструктурную, ресурсную и институциональную составляющие, каждая из которых требует целенаправленного управленческого воздействия.

Анализ инвестиционных процессов в сфере цифровизации российских регионов показывает устойчивый рост бюджетных расходов на ИКТ – на 18,2% в 2024 году при прогнозируемом росте на 11,6% в 2025 году. Наибольшие объёмы инвестиций концентрируются в ограниченном круге регионов-лидеров (Москва, Санкт-Петербург, Московская область, Свердловская область, Пермский край), что усиливает межрегиональную дифференциацию по уровню цифрового потенциала. В то же время успешный опыт Новосибирской области, занявшей шестое место в рейтинге цифровой трансформации, демонстрирует возможность для регионов, не входящих в число традиционных лидеров, достигать высоких результатов при условии выстраивания системной политики управления цифровым потенциалом [8, 14].

Предложенный инвестиционно-инновационный подход предполагает, что эффективное управление цифровым потенциалом требует не только наращивания инвестиций в цифровую инфраструктуру, но и внедрения организационных и управленческих инноваций, обеспечивающих эффективное использование созданной инфраструктуры. К таким инновациям относятся создание центров компетенций по внедрению технологий искусственного интеллекта, развитие механизмов государственно-частного партнёрства, интеграция цифрового потенциала в систему стратегического планирования. Именно по этой наиболее перспективными направлениями являются разработка методики количественной оценки мультипликативного эффекта от инвестиций в цифровой потенциал региона, анализ влияния цифровой трансформации на межрегиональное экономическое неравенство, а также исследование институциональных барьеров, препятствующих эффективному использованию цифрового потенциала в российских регионах. Только решая данные задачи комплексно возможно формирование единого цифрового пространства и обеспечение информационно-технологического суверенитета страны в целом.

Литература

1. Гарипова, В.В. Парадигма формирования точек активизации цифрового развития муниципальных образований монопрофильного типа в условиях реализации национального проекта «Экономика данных» / В.В. Гарипова // Регион: системы, экономика, управление. – 2025. – №3(70). – С. 82-89.

2. Жагловская, А.В. Особенности перехода от цифровой экономики к экономике данных / А.В. Жагловская, Е.Н. Елисеева // Экономическая наука современной России. – 2024. – № 3 (106). С. 92–104. DOI: 10.33293/1609- 1442-2024-3(106)-92-104; EDN: VFEWHC

3. Лапидус, Л.В. Онтогенез цифровой экономики и экономики данных: концепция «интеллектуальная гиперсвязанность в Индустрии Х.0» / Л.В. Лапидус // Российский журнал менеджмента. – 2024. – Т.22. – №3. – С. 370-400. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.302

4. Логачева, Н.А. Модель оценки уровня цифровой трансформации региона/ Н.А. Логачева // Региональная экономика: теория и практика. – 2022. – Т.20. –№ 1. – С.88-110.

5. Миролюбова, Т.В. Цифровая трансформация и ее влияние на социально-экономическое развитие российских регионов / Т.В. Миролюбова, М.В. Радионова // Экономика региона. – 2023. – 19(3). – С.697-710. –https://doi.org/10.17059/ekon. reg.2023-3-7

6. Мухачева, А.В. Развитие цифрового потенциала региона в управлении качеством жизни населения / А.В. Мухачева, Е.Ф. Никитская // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 859-884. – DOI 10.18334/epp.14.3.120602

7. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года : указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. – URL: https://www.garant.ru. (дата обращения 16.04.2026 г.)

8. Приходченко О.С. Аналитическая оценка показателей потенциала регионального экономического развития в условиях цифровой трансформации/ О.С. Приходченко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2025. – Т.15. –№ 6. – С.275-285.

9. Семячков К. А. Концептуальная модель повышения жизнестойкости территории на основе идей умного города / К. А. Семячков // Креативная экономика. – 2024. – Т.18, №11. – С. 2975–2992. – DOI 10.18334/ce.18.11.121885.

10. Сутягин, А.И. Особенности проведения анализа эффективности инвестиционных проектов в условиях цифровизации экономики / А.И. Сутягин // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – № s2. – URL: https://esj.today/PDF/54FAVN223.pdf (дата обращения 17.04.2026 г.)

11. Титова, И.Н. Вопросы анализа цифрового потенциала региона в социальной сфере / И.Н. Титова, Д.А. Сергеев, Н.А. Кулагина // Журнал правовых и экономических исследований. – 2025. – № 2. – С.315-326.

12. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358 (дата обращения 16.04.2026 г.)

13. Цифровые технологии, применяемые российскими ВИНК в условиях перехода к экономике больших данных [Электронный ресурс] // URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/795473-tsifrovye-tekhnologii-primenyaemye-rossiyskimi-vink-v-usloviyakh-perekhoda-k-ekonomike-bolshikh-dann/ (дата обращения 16.04.2026 г.)

14. CNews Analytics. Рейтинг ИКТ-бюджетов российских регионов на 2025 год [Электронный ресурс] / URL: https://www.cnews.ru/articles/2025-04-11_ikt-rashody_rossijskih_regionov (дата обращения: 15.04.2026)

Managing the development of the digital potential of the region in the context of the transition to the data economy: an innovative investment approach

Kulikova I.Yu.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article explores the transformation of regional management in the context of the formation of the data economy, where information and digital technologies act as a key production resource. Based on the analysis of empirical data for 2024-2025, the main trends in investing in the digital infrastructure of Russian regions were identified. The paper justifies the need to move from fragmented digitalization of individual industries to systemic management of the development of digital potential as an integral characteristic of the region's readiness to function in the data economy. An investment and innovation approach has been proposed that combines financial investments in digital infrastructure and organizational and managerial innovations. In addition, recommendations were formulated to improve the regional digital potential management policy.

Keywords: digital potential, region, data economy, transformation, investment, innovative development, regional management, digital infrastructure.

References

1. Garipova, V.V. Paradigm for the formation of points of activation of the digital development of single-profile municipalities in the context of the implementation of the national project «Data Economy» / V.V. Garipova //Region: systems, economy, management. – 2025. – №3(70). - S. 82-89.

2. Zhaglovskaya, A.V. Features of the transition from the digital economy to the data economy/A.V. Zhaglovskaya, E.N. Eliseeva//Economic science of modern Russia. – 2024. – № 3 (106). S. 92-104. DOI: 10.33293/1609- 1442-2024-3(106)-92-104; EDN: VFEWHC

3. Lapidus, L.V. Ontogenesis of the digital and data economy: the concept of «intellectual hyperconnectivity in the X.0 Industry» / L.V. Lapidus//Russian Journal of Management. – 2024. - T.22. – №3. - S. 370-400. DOI: https://doi.org/10.21638/spbu18.2024.302

4. Logacheva, N.A. Model for assessing the level of digital transformation of the region/N.A. Logacheva//Regional economy: theory and practice. – 2022. - T.20. –№ 1. - S.88-110.

5. Mirolyubova, T.V. Digital transformation and its impact on the socio-economic development of Russian regions/T.V. Mirolyubova, M.V. Radionova//Regional Economy. – 2023. – 19(3). - C.697-710. –https://doi.org/10.17059/ekon. reg.2023-3-7

6. Mukhacheva, A.V. Development of the digital potential of the region in managing the quality of life of the population/A.V. Mukhacheva, E.F. Nikitskaya//Economics, Entrepreneurship and Law. – 2024. - T. 14, NO. 3. - S. 859-884. – DOI 10.18334/epp.14.3.120602

7. On the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the future until 2036: Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2024 No. 309. – URL: https://www.garant.ru. (accessed 16.04.2026)

8. Prikhodchenko O.S. Analytical assessment of indicators of the potential of regional economic development in the context of digital transformation/O.S. Prikhodchenko//Izvestia of the South-West State University. Series: Economics. Sociology. Management. – 2025. - T.15. –№ 6. - P.275-285.

9. Semyachkov K. A. A conceptual model for increasing the resilience of the territory based on the ideas of a smart city/K. A. Semyachkov//Creative economy. – 2024. - T.18, No. 11. - S. 2975-2992. – DOI 10.18334/ce.18.11.121885.

10. Sutyagin, A.I. Features of the analysis of the effectiveness of investment projects in the context of digitalization of the economy/A.I. Sutyagin//Bulletin of Eurasian Science. – 2023. - T. 15. – № s2. - URL: https//esj.today/PDF/54FAVN223.pdf (accessed 17.04.2026)

11. Titova, I.N. Issues of analyzing the digital potential of the region in the social sphere/I.N. Titova, D.A. Sergeev, N.A. Kulagina//Journal of Legal and Economic Research. – 2025. – № 2. - P.315-326.

12. Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024 No. 145 «On the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian Federation.» URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358 (accessed 16.04.2026)

13. Digital technologies used by Russian vertically integrated companies in the context of the transition to the big data economy [Electronic resource] // URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/tsifrovizatsiya/795473-tsifrovye-tekhnologii-primenyaemye-rossiyskimi-vink-v-usloviyakh-perekhoda-k-ekonomike-bolshikh-dann/ (accessed on 16.04.2026)

14. CNews Analytics. Rating of ICT budgets of Russian regions for 2025 [Electronic resource] / URL: https://www.cnews.ru/articles/2025-04-11_ikt-rashody_rossijskih_regionov (contact date: 15.04.2026)

Технологическая архитектура современных машиностроительных комплексов: инновационные инженерные решения и отраслевые эффекты внедрения

Куровский Станислав Валерьевич
Руководитель научно-исследовательского подразделения ООО «Высшая Школа Образования», 8917564@gmail.com,

Мишин Денис Александрович
Руководитель редакционно-издательского отдела. ООО «Высшая Школа Образования», 9651530@gmail.com,

Ласкин Евгений Петрович
аспирант кафедры обработки металлов давлением, Институт авиационной и ракетно-космической техники, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, laskin.eva@yandex.ru

Низкая адаптивность и структурная рассогласованность традиционных станочных линий ограничивают выпуск малых серий и повышают ресурсные потери, что обусловливает необходимость разработки унифицированных производственных архитектур. **Цель исследования** состоит в создании и верификации технологической архитектуры гибридного машиностроительного комплекса, а также оценке её влияния на производственные показатели. **Методология** включает проектирование модульных кинематических баз с термостабилизирующими контурами, интеграцию цифровых систем ЧПУ с промышленными манипуляторами и механизмами автоматической смены оснастки, численное моделирование динамических нагрузок и натурные испытания на обрабатывающих центрах. Расчёт эффективности выполнялся на основе коэффициента использования оборудования, удельных энергозатрат и уровня дефектности. **Результаты** демонстрируют позиционную точность ±0,005 мм, время отклика управляющего контура до 8 мс и снижение вибрационных амплитуд на 35-40%. Коэффициент использования оборудования достиг 0,76-0,82, удельные энергозатраты сократились на 21-29%, доля брака снижена до 0,6-1,1%. **Практическая значимость** заключается в обосновании инженерных решений для технологической модернизации машиностроительных участков, обеспечивающих тиражируемость гибридных ячеек, стабилизацию технологических процессов и оптимизацию распределения производственных ресурсов при выпуске сложной номенклатуры деталей.
Ключевые слова: технологическая архитектура, гибридный производственный комплекс, модульные станочные базы, адаптивное управление, производственная эффективность, отраслевая модернизация.

Введение

Развитие современного машиностроения сопровождается устойчивым переходом к гибким и гибридным системам [1-3]. Подобная структурная перестройка вызвана необходимостью обеспечения выпуска малых и средних серий с высокими требованиями к точности геометрических параметров и стабильности физико-механических свойств изделий [4], [5]. Существующие схемы организации технологических процессов, ориентированные на массовый выпуск стандартной продукции, отражают ограниченную способность к быстрой переналадке и оперативному изменению режимов обработки [6]. В условиях динамичного обновления конструкторской документации и сокращения жизненного цикла изделий отраслевые предприятия вынуждены внедрять модульные производственные ячейки, способные поддерживать заданные показатели качества при изменении номенклатуры выпускаемых деталей. Адаптивность формирует базис для повышения производственной устойчивости и уменьшения ресурсных потерь на этапе технологического освоения новых изделий [7], [8].

Сложившиеся подходы к модернизации станочного парка часто предполагают локальное обновление отдельных узлов без системного согласования кинематических цепей, материаловедческих характеристик инструментальной оснастки и алгоритмов управления исполнительными механизмами. Разрозненность инженерных решений приводит к рассогласованию динамических режимов, накоплению погрешностей базирования и снижению коэффициента использования оборудования при переходе на новые технологические маршруты. Соответственно, актуальной становится задача формирования унифицированной технологической архитектуры, обеспечивающей структурную совместимость компонентов производственной ячейки и предсказуемость выходных параметров при вариации входных воздействий. Цель исследования заключается в разработке комплексной схемы организации механообработки с последующей оценкой влияния инженерных параметров на отраслевые производственные показатели, включая стабильность технологического процесса, уровень дефектности и удельные затраты ресурсов.

Научная новизна работы состоит в предложении метода интеграции кинематических, материаловедческих и управляющих решений в рамках единой производственной ячейки, функционирующей как саморегулируемый технологический контур. В отличие от традиционных схем, где перечисленные аспекты рассматриваются в отдельности [9-11], предлагаемая архитектура обеспечивает прямую связь между динамическими характеристиками исполнительных органов, износостойкостью контактных поверхностей инструментальной оснастки и параметрами цифрового управления режимом резания. Это компенсирует температурные деформации и вибрационные возмущения в стадии образования управляющих команд, что сокращает необходимость в дополнительных измерительных операциях.

Технологические ограничения традиционных машиностроительных линий

Эксплуатация станочного оборудования с жёсткой кинематической схемой выявляет недостатки, обусловленные недостаточной конструктивной устойчивостью при переменных нагрузках. В процессе резания динамические силы, возникающие в зоне контакта инструмента и заготовки, вызывают упругие деформации элементов станины, суппортов и шпиндельных узлов. При недостаточной жёсткости системы эти деформации приводят к отклонению траектории движения исполнительных органов от заданной программы, что непосредственно влияет на точность получаемых поверхностей [12], [13]. Эффект усиливается при обработке деталей с переменным сечением или при применении тяжёлых режимов, когда амплитуда вибраций превышает допустимые значения для обеспечения требуемого класса чистоты поверхности [14].

Погрешности базирования и позиционирования представляют второй значимый фактор, ограничивающий производительность стандартных линий. Традиционные схемы установки заготовок опираются на статические элементы фиксации, которые не компенсируют термические расширения материалов в ходе длительных циклов обработки. Накопление геометрических отклонений между базовыми поверхностями заготовки и опорными элементами станка формирует систематическую

ошибку, которая передаётся на все последующие технологические переходы. Особенно критичным данное явление становится при обработке корпусных деталей с высокими требованиями к взаимному расположению осей и плоскостей [15-17]. Отсутствие встроенных механизмов автоматической коррекции положения заготовки вынуждает операторов выполнять ручные подналадки, что увеличивает время подготовки оборудования к работе и снижает воспроизводимость результатов.

Износостойкость узлов трения и режущего инструмента определяет долговременную стабильность параметров обработки. В условиях непрерывной эксплуатации контактные поверхности направляющих, подшипников шпинделей и кулачков патронов подвергаются абразивному и адгезионному разрушению. Постепенное изменение геометрических характеристик трущихся пар приводит к увеличению люфтов в кинематических цепях и снижению точности воспроизведения перемещений. Одновременно происходит изменение режущих свойств инструмента из-за термомеханических нагрузок. При отсутствии мониторинга состояния узлов технологический процесс переходит в область неконтролируемых погрешностей, а выход продукции за пределы допусков фиксируется уже на стадии финального контроля [18-20].

Синхронизация операций в условиях мелкосерийного и среднесерийного выпуска сталкивается с ограничениями, связанными с низкой адаптивностью технологических маршрутов. Производственные линии рассчитаны на длительные циклы обработки однородной номенклатуры, поэтому переход на выпуск деталей с иными габаритными размерами или требованиями к обработке сопровождается комплексом переналадочных работ. Невозможность оперативной подстройки параметров под изменяющиеся условия обработки приводит к рассогласованию смежных технологических переходов и увеличению доли брака на начальных этапах освоения новых изделий.

Совокупность указанных факторов образует технологические барьеры, препятствующие эффективному использованию станочного парка при современной структуре заказов. Характеристика ограничений и их влияние на производственные параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1
Технологические ограничения традиционных линий и их последствия

Характеристика ограничения	Физико-технический механизм проявления	Влияние на параметры технологического цикла
Недостаточная конструктивная жёсткость	Упругие деформации элементов станка под действием сил резания	Отклонение траектории инструмента
		Снижение точности формы поверхности
Накопление погрешностей базирования	Термические расширения и статическая фиксация заготовки	Систематические ошибки взаимного расположения поверхностей
		Необходимость ручных подналадок
Снижение износостойкости узлов трения	Абразивное и адгезионное разрушение контактных поверхностей	Увеличение люфтов кинематических цепей
		Дрейф геометрических параметров
Низкая адаптивность при смене номенклатуры	Длительные переналадочные циклы и отсутствие автоматической коррекции	Повышение времени простоев
		Рассогласование технологических переходов
		Рост дефектности

Источник: авторская разработка.

Деформации конструкции усиливают погрешности базирования, износ узлов ускоряет накопление ошибок, а отсутствие адаптивных механизмов управления не даёт возможности компенсировать указанные отклонения в реальном времени.

Инженерная архитектура гибридного производственного комплекса

Гибридный производственный комплекс формируется на основе модульной архитектуры, обеспечивающей пространственную адаптивность и точность позиционирования при изменении конфигурации технологического маршрута. Базовым элементом системы выступает унифицированная станочная платформа, выполненная по принципу блочного сопряжения функциональных узлов. Ключевым требованием к модульным базам является обеспечение прямолинейности и параллельности перемещений в широком диапазоне нагрузок. Для достижения указанных параметров применяются прецизионные направляющие качения с предварительным натягом и элементами гидростатической поддержки в зонах максимального давления. Одновременно в конструкцию встраиваются компенсаторы температурных деформаций, функционирующие на основе дифференциального расширения биметаллических элементов или активной циркуляции термостабилизирующей жидкости.

Динамическая устойчивость модульной архитектуры обеспечивается согласованным расчётом кинематических цепей и распределением массово-инерционных характеристик узлов. При проектировании выполняется численное моделирование нагрузочных режимов с учётом сил резания, центробежных воздействий и реакций опорных элементов. Результаты моделирования определяют оптимальные конфигурации рёбер жёсткости и расположение демпфирующих вставок из полимер-композитных материалов, которые рассеивают вибрационную энергию в резонансных диапазонах. На базе полученных данных формируются режимы обработки, включающие подбор скоростей вращения шпинделя, величин подачи и параметров подачи охлаждающей технологической среды.

Функциональная связность компонентов реализуется через единый контур цифрового управления, объединяющий программируемые логические контроллеры станка, манипуляционные системы и механизмы автоматической смены инструмента. Обмен данными осуществляется по промышленным шинам с детерминированным временем отклика, что исключает задержки при передаче управляющих команд. Промышленные роботы интегрируются в технологическую ячейку через стандартизированные интерфейсы захвата и системы технического зрения, обеспечивающие позиционирование заготовок с отклонением, не превышающим допусков текущего технологического перехода. Система автоматической смены инструмента функционирует в координированном режиме с контроллером, который отслеживает состояние режущих кромок по данным датчиков крутящего момента и высокочастотной вибрации. При достижении пороговых значений выполняется автоматическая замена оснастки без прерывания производственного цикла.

Надёжность гибридного комплекса определяется не только конструктивными и управляющими решениями, но и физико-механическими свойствами применяемых материалов. Для изготовления режущего инструмента и критически нагруженных элементов оснастки используются высоколегированные инструментальные стали с дисперсно-упрочнённой структурой, формируемой в результате многоступенчатой термообработки. Поверхности, подверженные интенсивному трению и термическим нагрузкам, покрываются многокомпонентными карбонитридными или алмазоподобными слоями, наносимыми методами физико-химического осаждения. В случаях восстановления изношенных узлов базовых элементов применяется гибридная аддитивно-субтрактивная технология, при которой материал наплавляется послойно с последующей механической обработкой до исходных геометрических параметров.

Взаимодействие перечисленных инженерных решений отражено в таблице 2.

Таблица 2
Взаимосвязь инженерных решений в архитектуре гибридного производственного комплекса

Архитектурный уровень	Технический элемент	Функциональное назначение	Результат взаимодействия
Конструктивный	Модульная платформа с прецизионными направляющими	Обеспечение пространственной стабильности и точности базирования	Снижение погрешностей позиционирования
			Сохранение жёсткости при переналадке
Динамический	Демпфирующие вставки и алгоритмы подбора режимов	Компенсация вибрационных и инерционных нагрузок	Устранение автоколебаний
			Повышение качества обработанной поверхности
Управляющий	Интегрированный контур ЧПУ-робот-АСИ	Синхронизация перемещений и автоматизация смены оснастки	Сокращение вспомогательного времени
			Непрерывность технологического цикла
Материаловедческий	Легированные стали	Повышение ресурса контактных узлов и инструмента	Увеличение межпере-наладочного пробега
	Износостойкие покрытия		Снижение частоты замены компонентов
	Гибридное восстановление		

Источник: авторская разработка.

Конструктивная стабильность создаёт условия для точного динамического расчёта, управляющая система трансформирует расчётные параметры в исполнительные команды, а материаловедческие решения фиксируют достигнутые характеристики на протяжении эксплуатационного цикла.

Отраслевые показатели и производственная эффективность

Оценка производственной результативности гибридных комплексов опирается на систему технологических индикаторов, отражающих фактическое потребление ресурсов и степень загрузки оборудования. Технологическая себестоимость единицы продукции рассчитывается на основе прямых затрат материала, расхода инструментальной оснастки и энергопотребления на единицу обработанной поверхности [21]. Удельные энергозатраты определяются как отношение суммарной мощности, потребляемой приводами, системами охлаждения и управляющими модулями, к объёму снятого материала за рабочий цикл [22]. Коэффициент использования оборудования выводится из соотношения машинного времени обработки к общему календарному фонду с учётом времени на переналадку, контроль и устранение отклонений [23].

Интеграция модульных баз, адаптивных контуров управления и автоматизированных систем смены оснастки непосредственно сокращает продолжительность производственного цикла. Стабильность геометрических характеристик обрабатываемых деталей уменьшает потребность в межоперационной проверке и повторной обработке, что ускоряет прохождение изделий по технологическому маршруту. В контексте отраслевой политики модернизации эти изменения формируют основу для повышения конкурентоспособности машиностроительной продукции. Согласованность инженерных решений обеспечивает воспроизводимость качества при выпуске малых и средних серий, что соответствует требованиям современных конструкторских стандартов. Техническая предсказуемость процесса снижает риски отклонений от проектных параметров и укрепляет позиционирование предприятий, внедряющих унифицированные производственные ячейки, в рамках национальных программ развития промышленного сектора [24], [25].

Сопоставление полученных показателей с типовыми отраслевыми бенчмарками показывает количественное преимущество предложенной архитектуры. Для анализа использованы данные по станочным паркам, функционирующим по традиционной схеме организации технологических процессов (таблица 3).

Таблица 3

Сравнительные производственные показатели гибридного комплекса и традиционной линии

Индикатор	Традиционная линия	Гибридный производственный комплекс	Отклонение, %
Коэффициент использования оборудования	0,58-0,64	0,76-0,82	+18-22
Удельные энергозатраты, кВт·ч/дм^3 снятого материала	4,2-5,1	3,1-3,6	-21-29
Доля вспомогательного времени в цикле, %	32-38	14-19	-13-24
Уровень отклонений от допусков, %	2,8-3,5	0,6-1,1	-2,2-2,4

Источник: авторская разработка.

Согласованность компонентов комплекса влияет на распределение рабочего времени и потребление ресурсов. Снижение доли вспомогательных операций высвобождает производственный фонд, а стабилизация режимов обработки уменьшает энергетические потери на холостые ходы и повторные проходы. Указанные изменения фиксируются в виде повышения коэффициента использования оборудования и сокращения удельных затрат без изменения нормативной базы предприятия. Соответствие показателей отраслевым нормативам технологической эффективности свидетельствует о готовности предложенной архитектуры к тиражированию на машиностроительных площадках различного профиля. Техническая обоснованность полученных результатов обусловливает рассмотрение интегрированных производственных ячеек как инструмента структурной модернизации станочного парка, обеспечивающий устойчивое выполнение производственных программ при сохранении заданных требований к точности и надёжности изделий.

Заключение

Стабильность разработанной архитектуры формирует основу для повышения производственной результативности машиностроительных предприятий. Автоматизация вспомогательных операций и непрерывный мониторинг состояния узлов воздействуют на сокращение продолжительности технологического маршрута и снижение доли отклонений от конструкторских допусков. В отраслевом контексте внедрение унифицированных производственных ячеек способствует преодолению структурной разрозненности станочного парка и обеспечивает воспроизводимость качества при выпуске изделий малых и средних серий. Изменения соответствуют вектору технологической модернизации промышленности, ориентированному на повышение ресурсной отдачи оборудования, оптимизацию распределения рабочего времени и снижение зависимости от ручного регулирования параметров обработки.

Перспективы масштабирования архитектуры связаны с унификацией интерфейсов сопряжения модулей и расширением номенклатуры совместимой технологической оснастки. Дальнейшее развитие системы предполагает интеграцию с алгоритмами предиктивного обслуживания и цифровыми моделями производственных участков, что обеспечит дистанционный контроль износа компонентов и оптимизацию графиков замены инструмента. Адаптация комплекса к различным видам механической обработки требует стандартизации протоколов обмена данными между контроллерами, расширения базы математических моделей компенсации погрешностей и разработки схем пространственной компоновки.

Литература

1. Фомин С. Г., Ермакова Ж. А. Цифровизация системы планирования на предприятиях машиностроения: результаты, проблемы, перспективы // π-Economy. – 2024. – Т. 17. – №. 5. – С. 9-31.
2. Инструкция по применению полимерных изоляционных лент и оберток с двусторонним липким слоем : Руководящий документ. РД 39Р-00147105-026-02. / Н. В. Абдуллин, Т. Г. Ведерникова, Д. Н. Веселов, И. Ш. Гамбург, Р. Ф. Гильметдинов, Е. Н. Домрачев, М. С. Квицинская, О. П. Квятковский, Н. И. Коновалов, О. В. Маркухов, Ф. М. Мустафин, А. Б. Соловьев, А. В. Тарасов, С. М. Файзуллин, Р. А. Харисов, А. Е. Щепетов. - Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2002. - 48 с. - EDN WEWEWP.
3. Тронина И. А., Татенко Г. И. Стратегические аспекты регионального развития и адаптационных изменений предприятий машиностроения в современных условиях // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2025. – Т. 15. – №. 5. – С. 115-133.
4. Харисов Р. А., Исаев Ш. З., Латыпов А. М. Расчетная оценка кривых малоцикловой трещиностойкости металла труб // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. - 2012. - № 2. - С. 349-353. - EDN RPEQQB.
5. Бочкарев А. М. Особенности развития машиностроительной отрасли в региональном пространстве на основе использования систем искусственного интеллекта // Вестник Донецкого университета. Серия 03. Экономика и право. – 2025. – №. 4. – С. 34-47.
6. Гумеров К. М., Харисов Р. А. Оценка допустимого радиуса изгиба трубопровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2017. - № 2(108). - С. 73-83. - EDN YRXVSB.
7. Бородин Н. К., Кулагин В. А. Совершенствование технологического процесса на тепловых пунктах в системах теплоснабжения // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2025. – Т. 18. – №. 3. – С. 300-324.
8. Харисов Р. А. Совершенствование технологии изоляции трубопроводов полимерными ленточными покрытиями с двусторонним липким слоем : специальность 25.00.19 "Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Уфа, 2011. - 246 с. - EDN QFIFNH.
9. Харисов Р. А. Совершенствование технологии изоляции трубопроводов полимерными ленточными покрытиями с двусторонним липким слоем : специальность 25.00.19 "Строительство и эксплуатация нефтегазопроводов, баз и хранилищ" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Уфа, 2011. - 23 с. - EDN ORDYVX.
10. Дырдина Е. В. Потенциал графических методов расчета конструкций в развитии инженерной интуиции у будущих архитекторов и строителей // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2025. – №. 3 (247). – С. 84-94.
11. Зайнуллин Р. С., Харисов Р. А., Мухаметзянов А. Н. Оценка влияния низких температур на трещиностойкость сталей, применяемых в нефтегазовой отрасли // Нефтяное хозяйство. - 2017. - № 10. - С. 116-119. - DOI 10.24887/0028-2448-2017-10-116-119. - EDN ZPDYNJ.
12. Никишечкин П. А., Долгов В. А., Григорьев С. Н. Разработка типовых архитектур цифровых двойников производственно-логистических систем машиностроительных предприятий на разных стадиях их жизненного цикла // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2023. – №. 5 (758). – С. 37-48.
13. Харисов Р. А., Хабирова А. Р., Мустафин Ф. М., Хабиров Р. А. Основные причины возникновения дефектов изоляционных покрытий // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. - 2005. - № 1. - С. 16. - EDN TWWMEP.

14. Назаров А. В., Шурупов А. С. Российский машиностроительный комплекс в условиях цифровой трансформации // Вестник Академии права и управления. – 2023. – №. 4 (74). – С. 86-91.

15. Абдуллин Н. В. Методика определения остаточного ресурса изоляционных покрытий подземных трубопроводов : Руководящий документ. РД 39Р-00147105-025-02. / Н. В. Абдуллин, Т. Г. Ведерникова, Д. Н. Веселов, И. Ш. Гамбург, Р. Ф. Гильметдинов, Е. Н. Домрачев, М. С. Квицинская, О. П. Квятковский, Н. И. Коновалов, О. В. Маркухов, Ф. М. Мустафин, А. Б. Соловьев, А. В. Тарасов, И. Р. Фархетдинов, Р. А. Харисов, А. Е. Щепетов. - Уфа : ООО "Издательство научно-технической литературы" "Монография", 2002. - 28 с. - EDN WEWFQF.

16. Речкалов А. В., Артюхов А. В., Куликов Г. Г., Новиков В. Н. Концепция системного представления предметной области при формировании цифрового двойника производственного процесса машиностроительного предприятия // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2022. – Т. 26. – №. 1 (95). – С. 120-135.

17. Харисов Р. А., Гаскаров А. И. Анализ причин возникновения дефектов защитных покрытий трубопроводов // Нефтегазовое дело. - 2009. - Т. 7. - № 2. - С. 106-111. - EDN PCFWHN.

18. Кабанов А. А., Федоров И. А. Архитектура системы управления цифровыми двойниками производств как основа интеграции различных моделей их представлений // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2022. – №. 82. – С. 162.

19. Коновалова Г. И. Концептуальные и методологические основы цифровой трансформации машиностроительного предприятия // Организатор производства. – 2023. – Т. 31. – №. 1. – С. 159-170.

20. Патент № 2205324 C1 Российская Федерация, МПК F16L 58/10. Конструкция изоляционной ленты трубопроводов : № 2002114022/06 : заявл. 30.05.2002 : опубл. 27.05.2003 / Ф. М. Мустафин, О. П. Квятковский, И. Ш. Гамбург, Р. А. Харисов, М. С. Квицинская, И. Р. Фархетдинов ; заявитель Уфимский государственный нефтяной технический университет. - EDN VBTIQJ.

21. Ковалёв С. П. Применение цифровых двойников в автоматизированном управлении высокотехнологичным промышленным производством // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2024. – Т. 25. – №. 4. – С. 211-220.

22. Инструкция по балластировке трубопроводов с применением винтовых анкерных устройств с повышенной удерживающей способностью : Руководящий документ. РД 39Р-00147105-029-02. / Н. В. Абдуллин, Т. Г. Ведерникова, Д. Н. Веселов, И. Ш. Гамбург, Р. Ф. Гильметдинов, Е. Н. Домрачев, М. С. Квицинская, О. П. Квятковский, Н. И. Коновалов, О. В. Маркухов, Ф. М. Мустафин, А. Б. Соловьев, А. В. Тарасов, И. Р. Фархетдинов, Р. А. Харисов, А. Е. Щепетов. - Уфа : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство научно-технической литературы "Монография", 2002. - 70 с. - EDN WETCLL.

23. Гасюк Д. П., Ларькин В. В., Косова В. А., Романов А. А. Применение технологии цифрового двойника в проектировании производственных процессов, производстве и эксплуатации сложных технических систем в особых условиях эксплуатации // Журнал технических исследований. – 2022. – Т. 8. – №. 1. – С. 10-18.

24. Харисов Р. А., Кантемиров И. Ф. Оценка фактической степени напряженности элементов трубопроводных систем при эксплуатации // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. - 2011. - № 3(85). - С. 84-90. - EDN OEEBXD.

25. Чигиринский Ю. Л., Крайнев Д. В., Тихонова Ж. С. Трансформация информационной структуры как инструмент повышения эффективности многономенклатурного производства // Наукоемкие технологии в машиностроении. – 2024. – №. 4. – С. 154.

Technological architecture of modern mechanical engineering complexes: innovative engineering solutions and industry-specific implementation effects

Kurovsky S.V., Mishin D.A., Laskin E.P.

LLC "Higher School of Education", Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The low adaptability and structural inconsistency of traditional machine tool lines limit small-series production and increase resource losses, necessitating the development of unified production architectures. The objective of this study is to create and verify the technological architecture of a hybrid machine-building complex and assess its impact on production performance. The methodology includes the design of modular kinematic bases with thermally stabilizing circuits, the integration of digital CNC systems with industrial manipulators and automatic tool-changing mechanisms, numerical modeling of dynamic loads, and full-scale testing on machining centers. Efficiency calculations were based on equipment utilization, specific energy consumption, and defect rate. The results demonstrate a positional accuracy of ±0.005 mm, a control loop response time of up to 8 ms, and a reduction in vibration amplitudes of 35-40%. Equipment utilization reached 0.76-0.82, specific energy consumption decreased by 21-29%, and the defect rate was reduced to 0.6-1.1%. The practical significance lies in the validation of engineering solutions for the technological modernization of mechanical engineering areas, ensuring the replicability of hybrid cells, stabilization of technological processes, and optimization of production resource allocation during the production of a complex range of parts.

Keywords: technological architecture, hybrid production complex, modular machine bases, adaptive control, production efficiency, industry modernization.

References

1. Fomin S. G., Ermakova Zh. A. Digitalization of the planning system at mechanical engineering enterprises: results, problems, prospects // π-Economy. - 2024. - Vol. 17. - No. 5. - P. 9-31.

2. Instructions for the use of polymer insulating tapes and wraps with a double-sided adhesive layer: Guidance document. RD 39R-00147105-026-02. / N. V. Abdullin, T. G. Vedernikova, D. N. Veselov, I. Sh. Hamburg, R. F. Gilmetdinov, E. N. Domrachev, M. S. Kvitsinskaya, O. P. Kvyatkovsky, N. I. Konovalov, O. V. Markukhov, F. M. Mustafin, A. B. Soloviev, A. V. Tarasov, S. M. Faizullin, R. A. Kharisov, A. E. Shchepetov. - Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature" Monograph ", 2002. - 48 p. - EDN WEWEWP.

3. Tronina I. A., Tatenko G. I. Strategic aspects of regional development and adaptive changes in mechanical engineering enterprises in modern conditions // Bulletin of the South-West State University. Series: Economics. Sociology. Management. - 2025. - Vol. 15. - No. 5. - P. 115-133.

4. Kharisov R. A., Isaev Sh. Z., Latypov A. M. Calculation of low-cycle crack resistance curves of pipe metal // Electronic scientific journal Oil and Gas Business. - 2012. - No. 2. - P. 349-353. - EDN RPEQQB.

5. Bochkarev A. M. Features of the development of the mechanical engineering industry in the regional space based on the use of artificial intelligence systems // Bulletin of Donetsk University. Series 03. Economics and Law. - 2025. - No. 4. - P. 34-47.

6. Gumerov K. M., Kharisov R. A. Estimation of the permissible bending radius of a pipeline // Problems of collection, preparation and transportation of oil and oil products. - 2017. - No. 2 (108). - P. 73-83. - EDN YRXVSB.

7. Borodin N. K., Kulagin V. A. Improvement of the technological process at heating stations in heat supply systems // Journal of the Siberian Federal University. Engineering and Technology. - 2025. - Vol. 18. - No. 3. - P. 300-324.

8. Kharisov R. A. Improvement of the technology of pipeline insulation with polymers tape coatings with a double-sided adhesive layer: specialty 25.00.19 "Construction and operation of oil and gas pipelines, bases and storage facilities": dissertation for the degree of candidate of technical sciences. - Ufa, 2011. - 246 p. - EDN QFIFNH.

9. Kharisov R. A. Improving the technology of pipeline insulation with polymer tape coatings with a double-sided adhesive layer: specialty 25.00.19 "Construction and operation of oil and gas pipelines, bases and storage facilities": abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences. - Ufa, 2011. - 23 p. - EDN ORDYVX.

10. Dyrdina E. V. Potential of graphical methods for calculating structures in the development of engineering intuition in future architects and builders // Bulletin of the Orenburg State University. – 2025. – No. 3 (247). – P. 84-94.

11. Zainullin R. S., Kharisov R. A., Mukhametzyanov A. N. Assessment of the influence of low temperatures on the crack resistance of steels used in the oil and gas industry // Oil industry. - 2017. - No. 10. - P. 116-119. - DOI 10.24887/0028-2448-2017-10-116-119. - EDN ZPDYNJ.

12. Nikishechkin P. A., Dolgov V. A., Grigoriev S. N. Development of standard architectures of digital twins of production and logistics systems of mechanical engineering enterprises at different stages of their life cycle // News of higher educational institutions. Mechanical engineering. – 2023. – No. 5 (758). – P. 37-48.

13. Kharisov R. A., Khabirova A. R., Mustafin F. M., Khabirov R. A. The main causes of defects in insulating coatings // Electronic scientific journal Oil and Gas Business. - 2005. - No. 1. - P. 16. - EDN TWWMEP.

14. Nazarov A. V., Shurupov A. S. Russian machine-building complex in the context of digital transformation // Bulletin of the Academy of Law and Management. – 2023. – No. 4 (74). – P. 86-91.

15. Abdullin N. V. Methodology for determining the residual life of insulating coatings of underground pipelines: Guidance document. RD 39R-00147105-025-02. / N. V. Abdullin, T. G. Vedernikova, D. N. Veselov, I. Sh. Hamburg, R. F. Gilmetdinov, E. N. Domrachev, M. S. Kvitsinskaya, O. P. Kvyatkovsky, N. I. Konovalov, O. V. Markukhov, F. M. Mustafin, A. B. Solovyov, A. V. Tarasov, I. R. Farkhetdinov, R. A. Kharisov, A. E. Shchepetov. - Ufa: LLC "Publishing House of Scientific and Technical Literature" "Monograph", 2002. - 28 p. - EDN WEWFQF.

16. Rechkalov A.V., Artyukhov A.V., Kulikov G.G., Novikov V.N. The concept of a systemic representation of a subject area in the formation of a digital twin of the production process of a machine-building enterprise // Vestnik Ufa State Aviation Technical University. – 2022. – Vol. 26. – No. 1 (95). – P. 120-135.

17. Kharisov R. A., Gaskarov A. I. Analysis of the causes of defects in pipeline protective coatings // Oil and Gas Business. - 2009. - Vol. 7. - No. 2. - P. 106-111. - EDN PCFWHN.

18. Kabanov A. A., Fedorov I. A. Architecture of the digital twin management system for production facilities as a basis for integrating various models of their representations // Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University. – 2022. – No. 82. – P. 162.

19. Konovalova G. I. Conceptual and methodological foundations of digital transformation of a mechanical engineering enterprise // Production organizer. – 2023. – Vol. 31. – No. 1. – P. 159-170.

20. Patent No. 2205324 C1 Russian Federation, IPC F16L 58/10. Design of insulating tape for pipelines: No. 2002114022/06: declared 30.05.2002: published 27.05.2003 / F. M. Mustafin, O. P. Kvyatkovsky, I. Sh. Hamburg, R. A. Kharisov, M. S. Kvitsinskaya, I. R. Farkhetdinov; Applicant: Ufa State Petroleum Technological University.

21. Kovalev, S. P. Application of Digital Twins in Automated Control of High-Tech Industrial Production // Mechatronics, Automation, and Control. - 2024. - Vol. 25. - No. 4. - P. 211-220.

22. Instructions for Pipeline Ballasting Using Screw Anchor Devices with Enhanced Holding Capacity: Guidance Document. RD 39R-00147105-029-02. / N. V. Abdullin, T. G. Vedernikova, D. N. Veselov, I. Sh. Hamburg, R. F. Gilmetdinov, E. N. Domrachev, M. S. Kvitsinskaya, O. P. Kvyatkovsky, N. I. Konovalov, O. V. Markukhov, F. M. Mustafin, A. B. Soloviev, A. V. Tarasov, I. R. Farkhetdinov, R. A. Kharisov, A. E. Shchepetov. - Ufa: Limited Liability Company "Publishing House of Scientific and Technical Literature" Monograph ", 2002. - 70 p. - EDN WETCLL.

Перспективы развития и эффективность городских кластеров в экономике государства

Трунов Иван Маркович
бакалавр, Факультет «Информационные технологии и анализ больших данных», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ivan.Trunov.2012@mail.ru,

Лобанова Арина Геннадьевна
бакалавр, Факультет «Социальных наук и массовых коммуникаций», Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, arina.lobanova2004@mail.ru

В рамках статьи рассматривается феномен городских кластеров как одна из форм пространственной структуры территориального и экономического развития. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности межрегионального и межгородского взаимодействия в условиях текущих реалий и особенностей российской экономики. Целью работы является выявление закономерностей формирования и устройства городских кластеров, а также оценка их влияния на экономическое, социальное и инфраструктурное развитие территорий.
В ходе исследования использованы сравнительный анализ, кейс-подход и обобщение отечественного и зарубежного опыта. Рассмотрены международные примеры кластеризации, включая мегалополисы, а также российские модели межгородского взаимодействия. В работе предложена система метрик для оценки эффективности городских кластеров, включающая экономические, трудовые, инфраструктурные и социально-пространственные показатели. Обоснована роль кластерного подхода в реализации государственной политики пространственного развития Российской Федерации. Научная новизна исследования заключается в комплексном рассмотрении городских кластеров как особых форм пространственной организации, оказывающих прямое воздействие на экономику государства.
Ключевые слова: Городские кластеры, пространственное развитие, региональная экономика, экономическая эффективность, межрегиональное взаимодействие, агломерации, мегалополисы, урбанизация, метрики эффективности.

Введение

В последние десятилетия в развитых и развивающихся странах наблюдается феномен экономических кластеров, представляющих собой организованные объединения городов на базе их предприятий, научно-образовательных учреждений, органов управления и инфраструктуры, создающих синергетический эффект для инновационного, экономического и социального развития территорий. В условиях глобализации именно устройство городов и регионов становятся ключевыми драйверами роста экономики, а их способность обеспечивать эффективное взаимодействие определяет конкурентоспособность не только отдельных регионов, но и государства в целом.

Несмотря на наличие разнообразных подходов к географическому развитию в мировой практике, в отечественной научной и управленческой среде используются базовые решения, не охватывающие современные тенденции в полном объеме. Политика в отношении специфики формирования и функционирования городских кластеров не целостна и требует формирования определенного подхода. Проблема заключается в том, что города как точки концентрации человеческого капитала и других ресурсов не всегда используют потенциал кластеризации в полной мере.

Целью данного исследования является выявление закономерностей формирования и функционирования городских кластеров, а также определение их влияния на экономическое, социальное и пространственное развитие городов и регионов. Научная новизна исследования заключается в комплексном рассмотрении феномена, объединяющего элементы урбанистики, инновационного развития, территориального управления и определения системы оценки эффективности. Практическая значимость работы определяется возможностью применения её результатов при разработке стратегий пространственного развития, совершенствовании региональной и муниципальной политики. Методологическую основу исследования составляет отечественная и зарубежная теоретическая база, сравнительный метод и кейс-анализ. В качестве источников информации используются научные публикации по проблемам кластерного и городского развития, официальные статистические данные, отчёты муниципальных и федеральных органов власти, аналитические материалы международных организаций. Такой подход обеспечивает комплексное описание исследуемого феномена для формулирования практичных выводов.

Понятие и сущность городских кластеров

Городские кластеры представляют собой сложные социально-экономические и инфраструктурные системы, формирующиеся на основе взаимодействия городов, связанных между собой устойчивыми деловыми, транспортными, технологическими и культурными связями [10]. В отличие от традиционных промышленных или инновационных кластеров, основанных на базе отдельных отраслей или компаний, городские кластеры охватывают муниципальные образования, которые совместно образуют единую территориально-экономическую структуру. Такая политика позволяет достичь синергетического эффекта, при котором развитие одного города усиливает потенциал соседних, за счет эффективного обмена ресурсами, знаниями и инфраструктурой.

Явление городских кластеров тесно связано с рядом смежных понятий – мегалополисом, агломерацией и метрополией. Агломерация подразумевает концентрацию населения и хозяйственной активности вокруг одного крупного центра, где ведущая роль принадлежит главному городу [3]. Мегалополис – это более сложная форма пространственной организации, объединяющая несколько агломераций в непрерывную урбанизированную зону [2, 3]. Метрополия акцентирует политическую, экономическую и культурную доминанту одного крупного города, влияющего на обширную территорию. Городской кластер, в отличие от указанных форм, сочетает элементы всех этих структур: он предполагает не только территориальную близость, но и институциональное, экономическое и инфраструктурное взаимодействие, основанное на стратегически взаимовыгодном сотрудничестве.

В мире уже существуют примеры взаимодействия городов и даже отдельных регионов с целью повышения производительности, улучшения сферы услуг и уровня жизни в целом с помощью построения новых ресурсных, логистических и социальных связей. Примером одной из наиболее устойчивых форм такого взаимодействия в Европе является «Голубой банан» (рис. 1).

Рисунок 1. Область мегалополиса «Голубой банан» (Европа)
Источник: составлено автором

Это урбанизированный коридор, протянувшийся от Северной Англии до Северной Италии через Бенилюкс, Рейнскую область и Швейцарию [15]. В пределах этого региона проживает около 100 млн человек, сосредоточены крупнейшие финансовые, логистические и научно-технологические центры Европы. Логика формирования «Голубого банана» основана на исторической концентрации торговых и промышленных узлов вдоль основных европейских транспортных коридоров, а также технологическим разрывом между странами западной и восточной Европы после Второй Мировой Войны [14, 15]. В настоящее время взаимодействие обеспечивается сетью скоростных железных дорог, трансъевропейскими автомагистралями и единой экономической политикой внутри Европейского союза. В результате данный кластер, протяженностью более 1500 километров, представляет собой пример территориально-экономического пространства, где высокая плотность населения и капитала сочетается с институциональной и транспортной связанностью.

В качестве более молодого примера стоит обратиться к мегалополису БосВаш, который представляет собой кластер площадью около 146 тыс.км². (рис. 2).

Рисунок 2. Область мегалополиса БосВаш (США)
Источник: составлено автором

В его пределах проживает более 55 млн человек, что составляет значительную долю населения страны и формирует исключительную концентрацию трудовых, интеллектуальных и финансовых ресурсов [14]. Основой формирования БосВаша стала историческая концентрация портовых городов, торговых центров и ранних промышленных узлов. Атлантическое побережье Северо-Востока США выступало ядром колониальной экономики, а впоследствии – индустриального и финансового развития страны.

Последующее развитие железных дорог, рост портовой и городской инфраструктуры способствовали усилению связей между городами и постепенному формированию непрерывной урбанизированной полосы [2]. Внутренняя структура мегалополиса характеризуется специализацией отдельных городов. Например, Нью-Йорк занимает доминирующее положение в качестве глобального финансового и делового центра. Вашингтон выполняет политико-административную функцию для всей страны, благодаря концентрации федеральных органов власти, аналитических центры и международных институтов. Бостон традиционно выступает ведущим научно-образовательным и инновационным центром, с большим количеством университетов, исследовательских институтов и высокотехнологичных отраслей. Филадельфия и Балтимор сохраняют важное значение как промышленные, логистические центры, обеспечивая диверсификацию экономической структуры региона [3, 14].

Кроме вышеупомянутых примеров, в мире насчитывается более двух десятков подобных кластеров [14]. Применимость и эффективность данного способа организации территориального устройства доказана общемировыми практиками, применяемыми в течении нескольких веков.

Российская практика развития территориального устройства

В свою очередь, в России подобные мегалополисы в классическом понимании отсутствуют. Это связано прежде всего с масштабом территории и низкой плотностью населения, что не позволяет сформировать протяжённые урбанизированные коридоры с непрерывной застройкой и высокой интенсивностью экономического и социального взаимодействия [6]. Крупнейшие агломерации страны развиваются изолированно и разделены значительным расстоянием.

Вместе с тем в России можно выделить устойчивые формы межгородского взаимодействия, основанные главным образом на деловых, транспортных и административных связях. Наиболее показателен в этом отношении коридор Москва – Санкт-Петербург, а также системы взаимосвязанных промышленных и научных центров в районе Урала.

Несмотря на значительное расстояние между городами, взаимодействие Москвы и Санкт-Петербурга характеризуется высокой степенью связанности, за счет развитого транспортного сообщения и постоянных деловых и административных контактов. Высокоскоростное железнодорожное сообщение, автомобильная магистраль М-11 «Нева» и большое количество авиарейсов позволяют сформировать устойчивый коридор для населения, капитала и управленческих ресурсов.

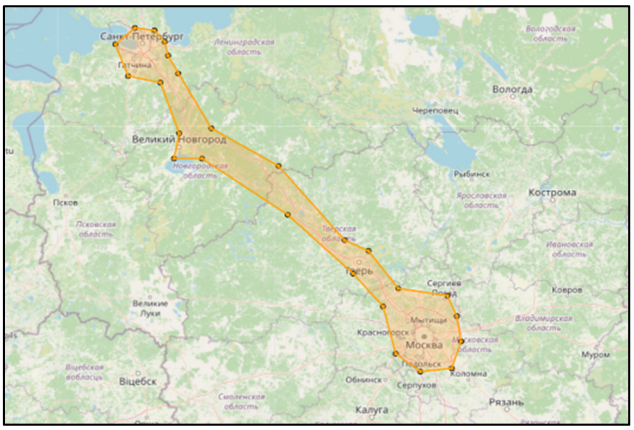


Рисунок 3. *Коридор Москва – Тверь – Великий Новгород – Санкт-Петербург*
Источник: составлено автором

Важным элементом данного взаимодействия является федеральное значение двух крупнейших центров страны. Москва выполняет роль политического, финансового и управленческого ядра, в то время как Санкт-Петербург выступает значимым культурным, научно-образовательным и промышленным центром. Между городами осуществляется постоянная циркуляция специалистов, студентов и предпринимателей в форме маятниковой и временной миграции, что приводит к формированию единого рынка труда и услуг при отсутствии непрерывного кластера.

Принципиальной особенностью данного коридора является отсутствие сплошной урбанизированной зоны между городами, что отличает его от классических мегалополисов. За пределами двух агломераций сохраняются значительные пространственные разрывы, а единственным крупным городом на железнодорожном и автомобильном пути выступает Тверь, выигрывающая за счёт транзитного положения. Таким образом, взаимодействие обеих «столиц» основано на интенсивности транспортных, экономических и институциональных связей, что отражает специфику российской модели кластеризации на средних и больших расстояниях.

Более общепринятым примером кластера в России может выступать скопление крупных городов в районе Урала (рис. 4). Ключевую координирующую роль в данной системе играет Екатеринбург, выступающий административным, финансовым и деловым центром региона. Челябинск сохраняет значение одного из крупнейших индустриальных узлов страны, специализируясь на металлургии и машиностроении, в то время как Пермь выполняет важную функцию научно-промышленного и логистического центра, ориентированного на химическую промышленность, двигателестроение и научно-исследовательские институты (НИИ). Дополняют кластер такие города, как Уфа и Тюмень, играющие ключевую роль нефтехимическом и топливно-энергетическом секторе, а также обеспечении ресурсной базы региона [12].

Связанность уральского кластера обеспечивается развитой системой железнодорожных магистралей, автомобильных трасс и энергетической инфраструктуры, исторически ориентированной на создание и поддержание производственных процессов. Города региона образуют устойчивую сеть, в рамках которой осуществляется обмен сырьём, продуктами производства, технологиями и другими ресурсами [12].

Рисунок 4. Уральский кластер
Источник: составлено автором

Экономическая ценность Уральского кластера заключается в высокой концентрации промышленного производства, значительном вкладе в формирование ВВП страны. В отличие от мегалополисов, уральская модель кластеризации базируется не на плотной урбанизации, а на разграничении городов по определенным сферам производства, что делает её одной из наиболее адаптивных зон.

В целом российские городские кластеры отличаются от классических мегалополисов тем, что формируются не за счёт плотной и непрерывной застройки, а на основе функциональных связей между удалёнными центрами. Ключевую роль в их развитии играют транспортная доступность, деловое и институциональное взаимодействие, позволяющие поддерживать устойчивые экономические и социальные связи при низкой плотности населения [10]. Кроме того, российские кластеры характеризуются неоднородной структурой и зависят от отраслевой специализации. Это определяет необходимость гибкого подхода к управлению городскими кластерами и учёта региональной специфики при формировании политики пространственного развития.

Факторы эффективности городских кластеров

Успешное развитие городских кластеров определяется не столько их площадью или численностью, сколько эффективностью взаимодействия между входящими в них городами. Ключевым фактором является налаживание прочных экономических связей, мобильности рабочей силы и финансовых потоков, а также согласованность в принятии инфраструктурных и управленческих решений. Благодаря этим факторам кластеры могут функционировать даже при значительной удаленности между городами, что подтверждается исследованиями [1, 9, 10]. Более глубокое изучение этих факторов поможет выявить потенциал и векторы развития кластера.

Эффективное функционирование городских кластеров во многом зависит от транспортной связанности. Возможность оперативного и регулярного перемещения между городами минимизирует пространственные барьеры, что положительно сказывается на развитии деловых, производственных и социальных отношений и связей, способствуя их тесному взаимодействию [11]. В России межрегиональное сообщение в значительной степени обеспечивается федеральными автомобильными трассами категории «М», которые составляют основные магистрали, а также магистральными железнодорожными линиями, связывающими крупные экономические центры и осуществляющими грузовые и пассажирские перевозки. Значительную роль в транспортной системе страны играют внутренние водные пути, главным образом судоходные реки и связанные с ними транспортные коридоры, предназначенные для транспортировки грузов. В сочетании с развитием цифровой инфраструктуры в виде телекоммуникационных сетей, цифровых платформ и каналов города имеют возможность поддерживать экономические связи даже при значительных расстояниях.

Создание общей экономической стратегии для городов выступает ключевым фактором эффективной работы кластеров [6,7]. Оно проявляется в распределении функций между территориями, при котором населённые пункты не повторяют, а дополняют друг друга [10]. В рамках кластерной структуры одни территории могут поставлять другим недостающие ресурсы, получая взамен готовую продукцию. Такой подход способствует более рациональному использованию ресурсов и уменьшению издержек. Сформированная таким образом структура способствует устойчивому развитию цепочек взаимодействия, в которых происходит обмен товарами, услугами, технологиями и природными ресурсами [5].

Развитие городских кластеров невозможно без согласованной межмуниципальной деятельности. Взаимодействие между городами и регионами требует согласования стратегий и реализации совместных проектов [13]. Государство создаёт нормативно-правовую базу, регулирует механизмы межрегионального сотрудничества, что лежит в основе формирования городских кластеров [4, 10]. Согласованность управленческих решений позволяет снизить барьеры, повысить прозрачность процессов и сформировать надёжные долгосрочные связи между субъектами муниципальной среды.

Человеческий капитал выступает одним из ключевых факторов функционирования городских кластеров и в значительной мере определяет их экономическую эффективность [13]. Сосредоточение квалифицированных кадров, наличие образовательных и научных организаций, а также доступ к ранкам труда формируют благоприятные условия для развития промышленности, сферы услуг и иных видов профессиональной деятельности. Обмен специалистами внутри кластера способствует распространению опыта, укреплению межрегиональных связей и увеличению гибкости трудового рынка [2]. В совокупности развитие человеческого капитала и мобильности населения повышает устойчивость и адаптивность кластеров к изменениям в экономике.

Оценка эффективности функционирования кластеров с использованием метрик

Качественная оценка эффективности городских кластеров может быть возможна при наличии системы показателей, которая позволит перейти от описательного анализа к измеримым результатам [9]. Ее формирование необходимо для сопоставления различных кластерных образований по динамике их развития. Комплексный подход к оценке эффективности формирует объективное понимание факторов, обеспечивающих прогресс.

Таблица 1
Система метрик для оценки эффективности кластеров

Тип эффекта	Метрика	Показатель	Логика расчета
Экономический	Темп роста ВРП	Общий экономический эффект от кластеризации	Сравнение динамики ВРП регионов кластера во времени и относительно средних значений по стране или аналог. регионам
	Динамика инвестиций	Инвестиционная привлекательность кластера	Динамика объёма инвестиций в основной капитал кластера (абсолютно и на душу населения)
	Структура экономики	Качество и устойчивость экономической базы	Анализ кол-ва сфер, на которые приходится существенная доля ВПР, связей между ними
Трудовой	Уровень занятости и безработицы	Устойчивость рынка труда и востребованность рабочей силы	Динамика уровней занятости и безработицы по территориям кластера
	Миграционный баланс	Привлекательность трудовой среды для населения	Разница между прибывшими и выбывшими (абсолютная и нормированная на численность населения)
	Квалификация рабочей силы	Качество человеческого капитала	Доля населения с высшим и средним профессиональным образованием, занятых в квалифицированных видах деятельности
Логистический	Среднее время пути между ключевыми узлами	Удаленность городов и эффективность транспортной системы	Измерение времени в пути по основным маршрутам. Сокращение времени важнее уменьшения расстояний
	Интенсивность пассажиропотока	Активность межгородских связей	Количество пассажиров на ключевых направлениях и его динамика
	Количество транспортных каналов на человека	Доступность инфраструктуры	Отношение числа транспортных доступных видов сообщения и каналов к численности населения
Административный	Количество межрегиональных и межгородских проектов	Взаимодействие ключевых узлов кластера	Подсчёт совместных инфраструктурных, инвестиционных и социальных проектов
Социальный	Доступность базовых услуг	Социальная устойчивость кластера, уровень жизни	Кол-во учреждений образования, здравоохранения и соц. услуг
	Качество городской среды	Комфорт и привлекательность жизни в регионе	Кол-во парков, культурных учреждений, мест досуга и общая степень развития сферы услуг, благоустройства среды
Пространственное развитие	Рост городов второго эшелона	Эффект распространения развития	Сравнение темпов роста экономики, занятости и населения в неосновных городах кластера

Экономический блок метрик демонстрирует способность кластеров стимулировать устойчивый рост, привлекать инвестиции и формировать более разнообразную и устойчивую экономическую структуру. Показатели рынка труда и миграционной динамики расширяют анализ, отражая уровень экономического развития, определяемый созданием новых рабочих мест и повышением привлекательности территорий для населения. Это особенно актуально, когда отдельные показатели растут, но общее социально-экономическое положение не улучшается [9].

Показатели транспортной системы дают возможность сместить фокус с формального анализа расстояний к оценке доступности и интенсивности межгородских связей. Среднее время в пути, загруженность пассажиропотоков и количество доступных транспортных каналов на человека отражают степень связанности рынков труда и услуг, а также характеризуют уровень инфраструктурного обеспечения кластера [11]. Совокупность этих индикаторов раскрывает эффективность кластера в создании единого пространства, позволяя преодолеть фрагментарность слабо связанных территорий. В качестве инструмента отслеживания прогресса по этой задаче может выступать метрика, отражающая количество межрегиональных проектов. Она служит маркером согласованности управленческих решений и степени реализации идеи кластерного взаимодействия.

Социальные и инфраструктурные метрики дополняют общую картину, позволяя оценить влияние кластеров на качество жизни и территориальное развитие. Доступность базовых услуг для населения и качество городской среды отражают социальную устойчивость кластеров, в то время как рост городов второго эшелона указывает на распространение эффектов развития за пределы региональных центров [8].

Таким образом, предложенная система метрик формирует качественный инструмент оценки, позволяющий анализировать эффективность городских кластеров на основании всесторонней оценки и комплексного подхода.

Заключение

В рамках данной работы было выявлено, что городские кластеры выступают не только как пространственные образования, но прежде всего как экономические, социальные и инфраструктурные системы взаимосвязей. Российские примеры демонстрируют тот факт, что в условиях большой территории и низкой плотности расселения устойчивые взаимосвязи могут формироваться без классической городской непрерывной застройки. Исследование факторов эффективности показало, что устойчивое функционирование городских кластеров базируется на развитой транспортной и цифровой инфраструктуре, диверсификации экономической деятельности, согласованности управленческих решений и высокой степени человеческой мобильности. Эти факторы позволяют не только формировать устойчивые межгородские взаимодействия, но и создавать условия для экономического роста, улучшения качества жизни и развитию рынка труда. Для практической оценки эффективности была предложена система метрик, охватывающая экономические, трудовые, инфраструктурные и социальные аспекты. Она включает в себя: темпы роста валового регионального продукта, динамику инвестиций, структуру экономики, показатели занятости и миграции, уровень транспортной связанности, число межрегиональных проектов, а также доступность базовых услуг и рост городов второго уровня.

Таким образом, городские кластеры в России должны получить развитие, сформировав эффективный механизм объединения территорий и ресурсов, способствующий сбалансированному, устойчивому развитию. Для этого требуются не только бюджеты городов и регионов, но и системный подход к управлению, оценке эффективности и учёту региональной специфики. Именно комплексное понимание факторов формирования и функционирования городских кластеров позволяет рассматривать их как основополагающий элемент модели пространственной организации и развития страны.

Литература

1. Абделрахим Я. А. Экономика крупных городов: роль и функции в современных условиях // Прикладные экономические исследования. - 2025. - № 4. - С. 56-63.
2. Вершинина И.А. Концепция мегалополиса Жана Готтмана // Журнал Вестник Московского университета. Серия 18. Социология и политология. - 2019. - Т. 25. № 3. - С. 36-48.
3. Городские агломерации и мегалополисы. Структура и виды агломераций // StudFiles [Электронный ресурс]. URL: https://studfile.net/preview/5712975/page:10/ (дата обращения: 22.03.2026).
4. Государственная программа «Экономическое развитие и инновационная экономика» // Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3SnixV (дата обращения: 21.03.2026).
5. Дерябин А.Е., Васюкова М.В. Современное состояние процесса формирования промышленных кластеров и расширения кооперационных связей крупного бизнеса и малого и среднего предпринимательства // Экономика, предпринимательство и право. - 2025. - Т. 15, № 9. - С. 6087-6106.
6. Дружинин А.Г., Кузнецова О.В. Стратегия пространственного развития России: векторы обновления // Географический вестник = Geographical bulletin. - 2024. - №1(68). - С. 15-26.
7. Кузнецова О.В., Дружинин А.Г. К новой стратегии пространственного развития России // Проблемы прогнозирования. - 2024. - № 4 (205). - С. 36-45.
8. Меркулова Е.Ю. Демографические вызовы пространственного развития территорий // Стратегии пространственного развития: вызовы и перспективы. - Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2025. - С. 74-91.
9. Сарченко В.И., Хиревич С.А. Основные положения по оценке эффективности мероприятий, направленных на устойчивое развитие крупных городов // Экономика, предпринимательство и право. - 2025. - Т. 15, № 6. - С. 3759-3774.
10. Стратегия пространственного развития России до 2030 года с прогнозом до 2036 года // Министерство экономического развития Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3Snipd (дата обращения: 20.03.2026).
11. Транспортная стратегия // Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://mintrans.gov.ru/ministry/targets/187/191/documents (дата обращения: 20.03.2026).
12. Уральский экономический район // Знание.Вики [Электронный ресурс]. URL: https://clck.ru/3SnjRW (дата обращения: 22.03.2026).
13. OECD Regions and Cities at a Glance 2022 // OECD [Электронный ресурс]. URL: https://www.oecd.org/en/publications/oecd-regions-and-cities-at-a-glance-2022_14108660-en.html (дата обращения: 21.03.2026).
14. Ranked: The Megaregions Driving the Global Economy // Visual Capitalist [Электронный ресурс]. URL: https://www.visualcapitalist.com/ranked-the-megaregions-driving-the-global-economy/ (дата обращения: 21.03.2026).
15. The Blue Banana – the True Heart of Europe // Big Think [Электронный ресурс]. URL: https://bigthink.com/strange-maps/the-true-heart-of-europe-nil-the-blue-banana/ (дата обращения: 22.03.2026).

Development prospects and efficiency of urban clusters in the state economy

Trunov I.M., Lobanova A.G.

Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article considers the phenomenon of urban clusters as one of the forms of spatial structure of territorial and economic development. The relevance of the research is determined by the need to increase the effectiveness of interregional and intercity cooperation in the current realities and features of the Russian economy. The aim of the work is to identify patterns of formation and organization of urban clusters, as well as to assess their impact on the economic, social and infrastructural development of territories.

The research uses a comparative analysis, a case approach and a generalization of domestic and foreign experience. International examples of clustering, including megalopolises, as well as Russian models of intercity interaction are considered. The paper proposes a system of metrics for evaluating the effectiveness of urban clusters, including economic, labor, infrastructural, and socio-spatial indicators. The role of the cluster approach in the implementation of the state policy of spatial development of the Russian Federation is substantiated. The scientific novelty of the study lies in the comprehensive consideration of urban clusters as special forms of spatial organization that have a direct impact on the state economy.

Keywords: Urban clusters, spatial development, regional economy, economic efficiency, interregional cooperation, agglomerations, megalopolises, urbanization, efficiency metrics.

References

1. Abdelrahim Ya. A. Economy of large cities: role and functions in modern conditions // Applied economic research. - 2025. - № 4. - P. 56-63.
2. Vershinina I.A. The concept of the megalopolis of Jean Gottman // Journal Bulletin of Moscow University. Episode 18. Sociology and Political Science. - 2019. - T. 25. №No. 3. - P. 36-48.
3. Urban agglomerations and megalopolises. Structure and types of agglomerations // StudFiles [Electronic resource]. URL: https://studfile.net/preview/5712975/page:10/ (access date: 22.03.2026).
4. State Program "Economic Development and Innovative Economy" // Ministry of Economic Development of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: https://clck.ru/3SnixV (access date: 21.03.2026).
5. Deryabin A.E., Vasyukova M.V. The current state of the process of forming industrial clusters and expanding cooperative relations of large business and small and medium-sized enterprises // Economics, entrepreneurship and Law. - 2025. - Vol. 15, № 9. - P. 6087-6106.

Формирование системы показателей для оценки степени реализации стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса

Логинов Дмитрий Львович
директор по развитию, АО «УК «КОЛМАР», dmitry.loginov@gmail.com

Статья посвящена разработке инструментария для оценки степени реализации стратегии высокотехнологичной углехимической индустрии в регионе ресурсного типа (на примере Кемеровской области – Кузбасса). В ней критически анализируются традиционные подходы к оценке реализации стратегий (аддитивная свертка показателей, управление по целям), выявляя их недостатки применительно к новым, сложным объектам стратегирования в турбулентной внешней среде. В качестве более эффективной методологической базы предлагается адаптированная система сбалансированных показателей Р. Каплана и Д. Нортона. Учитывая специфику отрасли и региона, а также требования общей теории стратегии (научная школа В.Л. Квинта), классическая четырехперспективная модель расширена. В неё добавлены оригинальные перспективы «Качество жизни» и «Стратегическая безопасность и резильентность». В статье представлена модифицированная структурно-логическая схема взаимосвязей шести перспектив (качество жизни, безопасность и резильентность, финансы и бюджет, клиенты и рынки, бизнес-процессы, обучение и рост), а также показано распределение стратегических целей углехимической индустрии по этим перспективам. Обосновано, что предложенная система показателей, включающая опережающие и запаздывающие индикаторы, обеспечивает сбалансированность, гибкость мониторинга и позволяет оценить вклад отраслевой стратегии в достижение целей социально-экономического развития региона.

Ключевые слова: стратегия, углехимическая индустрия, система показателей, оценка реализации стратегии, сбалансированная система показателей, Кемеровская область – Кузбасс, качество жизни, стратегическая безопасность, резильентность, регион ресурсного типа.

1. Введение

Управление процессами реализации стратегии в обязательном порядке предполагает регулярную оценку достигнутых результатов, сканирование зон риска, связанных с неполным выполнением поставленных целей, соответствующую обратную связь. В общей теории стратегии и методологии стратегирования четко установлено, что «существуют сотни различных функций, которые органы стратегического руководства и управления должны реализовывать», «все они по существу являются производными и / или элементами трех основных функций», одна из которых – это стратегический мониторинг и контроль [1].

В данной связи большинство документов стратегического планирования национального, регионального, корпоративного и иного уровня обычно содержат определенный набор контрольных показателей, по преимуществу количественных. Они призваны охарактеризовать, оценивать степень достижения конкретных стратегических приоритетов и целей.

Также может предусматриваться последующая интегральная оценка уровня реализации стратегии по всему кругу показателей путем их аддитивной свертки или иной сходной методики. Полученная обобщенная числовая характеристика (чаще всего в интервале от 0 до 1 или от 0 до 100 %) дает возможность в обобщенном виде судить о степени практической реализации формальной стратегии в целом. Принципиально похожие методические подходы часто используют также исследователи-теоретики, стремящиеся определить, насколько успешно выполняются те или иные стратегии, например, региональные[2,3,4].

Однако применяемые известные подходы и практики по оценке степени реализации стратегии имеют определенные недостатки, ограничения как теоретического, так и прикладного характера. Особенно это касается новых объектов стратегирования, которые в значительной степени еще только предстоит создать в ходе реализации стратегии в сложной турбулентной внешней среде. В данной связи представляется более целесообразным для решения задачи по разработке инструментария оценки степени реализации стратегии высокотехнологичной отрасли в регионе ресурсного типа задействовать и адаптировать методологию стратегических карт, системы сбалансированных показателей (ССП).

2. Методы исследования

Теоретической и методологической базой проведенного исследования явились научные отечественные и зарубежные публикации ученых, связанные с формированием системы показателей для оценки степени реализации стратегии углехимической индустрии.

3. Результаты и их обсуждение

В соответствии с подходом авторов методологии Р. Каплана и Д. Нортона, «Задача ССП состоит в том, чтобы трансформировать миссию компании в конкретные, вполне осязаемые задачи и показатели», причем ССП – «это, прежде всего механизм реализации стратегии, а не ее формулирования» (следует отметить, что в конкретные задачи и показатели должна трансформироваться все же не только напрямую миссия как таковая, а в большей степени стратегические приоритеты и цели). ССП предполагает следующий принципиальный подход к реализации стратегии[5].

Деятельность компании структурируется на четыре взаимосвязанные перспективы (аспекта) – обучение и развитие персонала, внутренние бизнес-процессы, клиенты, финансы. Взятые из формальной стратегии компании цели распределяются по этим перспективам с установлением иерархических причинно-следственных связей между ними по следующей логике: обучение и развитие, какие-либо инновации позволяют компании сформировать конкурентные преимущества в реализации бизнес-процессов, улучшить их по параметрам качества, сроков, себестоимости и т. д. Соответствующие конкурентные преимущества создают условия для роста доли рынка, маржинальности продаж, захвата новых сегментов. Это, в свою очередь, обеспечивает достижение стратегических целей по прибыльности, рентабельности, стоимости компании. Конкретные содержательные цели и их взаимосвязи оформляются в формате стратегической карты.

К каждой цели стратегической карты подбирается один или несколько показателей, отражающих степень ее выполнения. Р. Каплан и Д. Нортон не дают непосредственного определения того, что они понимают

под термином «показатель», однако сущностно – это определенные количественные индикаторы, параметры, характеристики, по которым можно судить о реализации стратегических целей и задач, например, рентабельность инвестиций, доля рынка, срок исполнения заказа, удовлетворенность персонала и т. п. Возможна также формулировка показателей как бинарных утверждений по принципу «да – нет» (например, факт создания чего-либо).

Таким образом, формируется система показателей, имеющих причинно-следственные связи между собой и со стратегическими целями. Данные показатели ложатся в основу измерения и оценки деятельности бизнес-единиц, структурных подразделений, отдельных сотрудников (что хорошо соотносится с научными представлениями о важности целостности, интегративности стратегий различного уровня в сложных системах). Кроме того, на основе системы сбалансированных показателей, исходя из необходимости их достижения, должен строиться бюджет компании, если не полностью, то в значительной его части (данный подход также отвечает требованию обеспечения стратегии ресурсами).

По оценкам представителей научной школы академика В.Л. Квинта, ССП дает возможность в условиях децентрализации организационных структур четко связать разнообразные цели их элементов с общими миссией, стратегическими приоритетами, целями, т. е. придать системность стратегиям разного уровня. Еще более важна способность ССП служить «количественным выражением стратегических целей посредством постановки количественных задач по реализации каждой из целей» [6]. Таким образом, ССП выступает полезным продуктивным инструментом при разработке системы показателей для оценки успешности выполнения любой стратегии.

Анализ основных положений, характеристик методологии ССП в свете достижений общей теории стратегии, методологии стратегирования, а также с учетом особенностей углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса позволил выделить ряд общих и частных преимуществ.

Применение ССП при оценке результатов реализации стратегии позволяет избежать негативного эффекта субоптимизации – компенсации неудовлетворительных значений одних показателей другими, значительно более высокими. При использовании аддитивной свертки или иного обобщенного методического приема для сведения численных значений по большому ряду показателей в единое целое, могут быть замаскированы совершенно неудовлетворительные итоги работы. В частности, это касается показателей, характеризующих использование ресурсов, освоение инвестиционных бюджетов с одной стороны, и полученные производственные и иные результаты – с другой.

Например, при оценке результатов реализации стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса, перерасход средств на создание новых объектов инновационной инфраструктуры может при расчете обобщающего показателя «перекрыть» неудовлетворительные итоги в сфере развития технологического предпринимательства или инновационной культуры. Представляется, что для новых объектов стратегирования в особенности важно достижение плановых значений по максимально возможному числу оценочных показателей, т. к. отсутствие в проектируемой сложной системе хотя бы одного работоспособного элемента резко снизит общую результативность ее деятельности.

Структура управления углехимической индустрией Кемеровской области – Кузбасса должна иметь достаточно сложный распределенный характер со значительным числом игроков и центров принятия решений. В этих условиях простое механическое распределение ответственности за достижение стратегических целей, соответствующих показателей между различными компаниями, органами власти, институтами развития не соответствует сложности стратегии и структуры управления. Напротив, каскадирование целей и / или показателей дает возможность более корректно и объективно определить роль и место того или иного субъекта углехимической индустрии в достижении интегральных целей.

В ССП показатели реализации стратегических целей разделены на запаздывающие и опережающие. Первые носят стандартный характер, применяются в бизнесе многие десятилетия, отражают непосредственно степень реализации поставленной цели, фиксируют итоги деятельности объекта стратегирования за заданный период. Однако для стратегического управления созданием сложных систем в динамичной внешней среде с учетом факторов чрезвычайного периода использования только традиционных запаздывающих показателей недостаточно.

Это обусловлено тем, что при фиксации неудовлетворительных результатов по итогам года часто будут утрачены возможности повлиять на ситуацию, т. к. время – важнейший фактор в стратегии, уже окажется упущено. Например, если мы идентифицировали факт невыполнения цели по формированию инновационной культуры в углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса, то, следовательно, соответствующие программы, мероприятия либо не выполнялись в течение года вообще, либо содержательно неверны и неэффективны. В результате для развития отрасли будет потеряно значительное количество времени, что может привести к опережению инорегиональными, иностранными конкурентами.

Опережающие показатели в ССП – это индикаторы движущих сил, факторов достижения запаздывающих показателей. Они отражают те действия, которые необходимы для выполнения целей и получения плановых значений запаздывающих показателей. Они измеряют не сам факт достижения / недостижения цели, а продвижение к нему, ориентированы на прогнозирование, оставляют больше времени для осуществления корректирующих воздействий. Так, в случае с целью по инновационной культуре это могут быть показатели действий, направленных на изменение культурных ценностей и практик взаимодействия инноваторов в углехимической индустрии.

Логика стратегической карты, где установлены обязательные взаимосвязи между целями, дает возможность не только увидеть причинно-следственные связи, но также четко обосновать необходимость включения каждой из них в стратегию, возможность достижения итоговых целей на базе других. В хорошо составленной стратегической карте демонстрируется, доказывается, что каждая вышележащая цель может быть достигнута при реализации нижележащих (например, достижение определенных рыночных позиций обеспечивает получение заданного уровня рентабельности собственного капитала, рост рыночного курса акции и т. п.).

Кроме того, при построении стратегической карты могут быть выявлены ранее заявленные в стратегии цели, которые на деле не оказывают существенного влияния на выполнение других. Например, пусть достижение передовых характеристик того или иного бизнес-процесса фактически не значимо для потребителей, не повлияет на рыночные позиции компании, ее финансовые результаты. Соответственно, данную цель необходимо исключить вследствие того, что она приводит к затратам ресурсов без получения полезного эффекта.

Таким образом, в рамках ССП стратегические карты строятся по принципу «необходимо и достаточно» для достижения целей, что является их конкурентным преимуществом. Однако этот подход применим в основном для действующего зрелого бизнеса. Его реализация для нового объекта стратегирования, намного более сложного, чем одна компания, в полном объеме видится методически затруднительной.

Применение методологии ССП обеспечивает сбалансированность, соразмерность, тесную интеграцию разных подсистем компаний – финансы, маркетинг, производство, логистика, инновации, персонал, информационные технологии.

Однако в рамках стратегирования углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса методология ССП, несмотря на ряд ее сильных сторон, не может механически воспроизводиться в неизменном виде. Прежде всего, это обусловлено ее ориентацией на использование в рамках бизнес-структур, направленных на получение прибыли, в целом отдельных организаций, но не отраслей и регионов, где присутствует большое число сравнительно независимых игроков. Далее, стратегии отраслевого и регионального уровня не могут ограничиваться в качестве конечных вышестоящих целей и показателей достижением финансовых результатов крупных компаний. Высшей целью и смыслом стратегии является не прибыль, а качество жизни, благополучие людей, включая возможности творческого, интеллектуального, духовного развития личности. Общая теория стратегии и методология стратегирования, таким образом, рассматривают данный вопрос значительно шире, чем ССП, решающая более узкие задачи.

Кроме того, стратегирование углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса, включая оценку результатов реализации стратегии, должно учитывать действие факторов чрезвычайного периода в 2020-х гг., которые раскрыты в трудах научной школы академика В.Л. Квинта [7, 8, 9]. Однако в ССП практически не уделено внимания стратегической безопасности бизнеса, тем более населения и территорий. Это отчасти можно объяснить значительно меньшим уровнем угроз, рисков в период разработки данной методологии в конце XX в. в странах со зрелой рыночной экономикой. Поэтому, наряду с перспективой качества жизни, в стратегии углехимической отрасли Кемеровской области – Кузбасса, должна присутствовать также перспектива, так или иначе связанная с вопросами безопасности и устойчивости.

Автором предлагается следующая система взаимосвязанных перспектив для структурирования целей, показателей реализации стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса, модифицирующая подход ССП (излагается от вышележащих перспектив к нижележащим):

1. Перспектива «Качество жизни» включает стратегические цели, показатели, демонстрирующие, как формирование и развитие углехимической индустрии будет способствовать росту качества жизни людей в Кемеровской области – Кузбассе. Иными словами, данная перспектива отражает сформулированный в п. 1.2 «метапринцип» стратегирования высокотехнологичных отраслей, производств и раскрывающие его положения.

2. Перспектива «Стратегическая безопасность и резильентность» отражает значимость достижения и обеспечения безопасности, устойчивости объекта стратегирования, а также Кемеровской области – Кузбасса в целом. При этом базовое представление об экономической безопасности как о состоянии защищенности от угроз соответствующего характера в условиях внешних шоков и чрезвычайных периодов необходимо дополнить также категорией резильентности, как динамической устойчивости, способности к развитию в условиях крайне неблагоприятных воздействий, трансформациям в зависимости от трендов внешней среды.

Цели и показатели их реализации по данной перспективе демонстрируют то, как формирование углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса будет способствовать повышению:

- степени устойчивости, стабильности экономики, населения;
- уровня защищенности от внешних и внутренних угроз;
- способности противодействия кризисным ситуациям (три названные переменные большинство авторов традиционно включают в понятие экономической безопасности).

Но с точки зрения резильентности также важно учесть, в какой степени создание углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса обеспечит не только противодействие внешним неблагоприятным факторам и воздействиям (простую пассивную защиту экономической безопасности), но и способность к восстановлению и трансформации после кризисов, готовность изменяться, адаптируясь к новым условиям.

Две изложенные перспективы являются оригинальными, поскольку не предусматриваются методологией ССП и ее существующими модификациями. Последующие перспективы базируются на классическом подходе ССП с учетом специфики объекта стратегирования.

3. Перспектива «Финансы и бюджет» отражает, как формирование и расширение углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса позволит не только улучшить финансовые результаты реального сектора экономики, расширить инвестиционные ресурсы компаний, но также получить положительные эффекты для увеличения финансового потенциала саморазвития региона, роста доходов граждан, субфедерального консолидированного бюджета. Поэтому традиционная для ССП формулировка «Финансы» дополнена понятием «Бюджет», имея в виду, в частности, создание «бюджета развития» для региона.

4. Перспектива «Клиенты и рынки» включает стратегические цели и показатели, связанные с рыночными позициями, конкретными сегментами рынков, созданием новых рынков сбыта, конкурентным позиционированием отрасли. Причем данная перспектива охватывает не только рынки непосредственно реализации продукции органического синтеза на базе углехимии, но также промышленного оборудования для данной отрасли, соответствующей интеллектуальной собственности. Кроме того, существенную часть рынков сбыта в странах Глобального Юга еще только предстоит сформировать, создать.

5. Перспектива «Бизнес-процессы» характеризует стратегические цели и показатели углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса, связанные с формированием и развитием цепочки создания добавленной стоимости, включая инновационные, операционные, а также сервисные процессы. Важной частью данной перспективы является создание новых конкурентных преимуществ на основе инноваций в соответствии с тринадцатым правилом стратегического мышления В.Л. Квинта.

6. Перспектива «Обучение и рост» раскрывает цели и показатели, связанные с формированием человеческого, информационного, организационного капитала, нематериальных активов, требуемых для запуска, развертывания последующего прогресса углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса. Данная перспектива является базисом для реализации вышележащих перспектив, связанных с ними целей и показателей, поскольку непосредственно влияет на создание столь необходимых инноваций.

Учитывая специфику объекта стратегирования, взаимосвязь и иерархию представленных выше перспектив, логика их взаимодействия будет отличаться от традиционного для ССП подхода. Предлагаемая схема взаимодействия между перспективами представлена на рисунке 1.

При разработке представленной схемы частично учитывался подход Р. Каплана и Д. Нортона к построению стратегических карт некоммерческих организаций. В нем предусматривается такая последовательность: исходная (нижележащая) перспектива – обучение и рост, затем следует перспектива внутренних процессов (как и в ССП для коммерческих организаций). Но затем двумя вышележащими перспективами на одном уровне являются одновременно фидуациарная (как организация выглядит с точки зрения благотворителей, спонсоров) и клиентская (как организация воспринимается, например, ее подопечными – людьми в той или иной трудной жизненной ситуации).

Рисунок 1 – Структурно-логическая схема взаимосвязей перспектив стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса

В соответствии с этим, как видно из рисунка 1, достижение целей и показателей по перспективам обучения и роста, бизнес-процессов, клиентов и рынков должно обеспечить получение таких эффектов перспективы «Финансы и бюджет», как:

- значительный (кратный) рост положительного сальдированного финансового результата отраслей по добыче, переработке угля, выпуску промышленного оборудования для углехимии, расширение их инвестиционных возможностей;
- существенное повышение производительности труда, заработных плат, доходов значительной части занятых граждан;
- значительное увеличение собственных налоговых доходов бюджета Кемеровской области – Кузбасса, дающее возможность сформировать «бюджет развития» региона.

Далее, цели, эффекты и показатели их достижения по перспективам «Качество жизни», «Стратегическая безопасность и резильентность» будут соответствовать части целей действующей «Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса» по контурам стратегических приоритетов «1. Кузбасс – регион достойной жизни людей» и «2. Стратегическое обеспечение безопасности Кузбасса» [10, 11]. Соответствующие цели, эффекты, показатели будут частично обеспечиваться именно за счет создания и развития углехимической индустрии, что подчеркивает субординированность в регионе стратегий различного уровня в соответствии с теоретическими и методологическими требованиями.

Рассмотрим структурирование стратегических целей углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса по представленным выше стратегическим перспективам (таблица 1).

Отметим, что по перспективам «Качество жизни» и «Стратегическая безопасность и резильентность» цели не являются авторскими. Учитывая субординированность, системность стратегий, они взяты из «Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса». Поэтому данные таблицы 1 показывают также, какой вклад углехимическая индустрия внесет в достижение целей стратегии региона в целом.

Что касается перспективы «Финансы и бюджет», то соответствующие цели не разрабатывались в рамках какого-либо отдельного стратегического приоритета. Это обусловлено двумя факторами. Во-первых, прибыль или капитализация компаний не являются конечными целями региональных и отраслевых стратегий, поскольку интересы в данном случае значительно шире. Во-вторых, при успешном развитии какой-либо новой отрасли улучшение финансовых результатов, доходов бизнеса, граждан, публичной власти является тривиальным фактом. Однако при контроле результатов реализации стратегии необходимо будет использовать показатели, связанные со стратегическими целями и результатами по перспективе «Финансы и бюджет».

При стратегировании углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса подход к показателям перспективы «Клиенты и рынки» достаточно широкий, он направлен на «потребителей территории», включая инвесторов, органы власти, зарубежных партнеров. Это обусловлено стратегической ролью отрасли для преобразования всей экономики региона.

Таблица 1
Распределение стратегических целей углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса в соответствии со стратегическими перспективами

Стратегические перспективы	Стратегические цели
1. Качество жизни	«Соблюдение принятых в мире стандартов достойного труда»; «создание центра развития “зеленых” навыков и центра развития “зеленых” рабочих мест в Кемеровской области – Кузбассе» (частично)
2. Стратегическая безопасность и резильентность	«Переход отраслей и организаций региона на принципы “зеленой” экономики»; «формирование условий финансовой безопасности предприятий Кузбасса»
3. Финансы и бюджет	Увеличение положительного сальдированного финансового результата отраслей по добыче, переработке угля, выпуску промышленного оборудования для углехимии, расширение их инвестиционных возможностей Повышение заработных плат, доходов значительной части занятых граждан Увеличение собственных доходов бюджета Кемеровской области – Кузбасса
4. Клиенты и рынки	Обоснованное определение стартовых направлений организации производства углехимического оборудования в Кемеровской области – Кузбассе (по видам оборудования и по технологическим процессам, в которых оно применяется) Выделение производственных, промышленных площадок Привлечение инвесторов и обеспечение государственной поддержки Организация содействия становлению и развитию производств по выпуску промышленного оборудования, используемого в углехимической индустрии
5. Бизнес-процессы	Развитие существующих, создание новых подразделений академических организаций, связанных с углехимией, в соответствии с результатами выявления перспективных стратегических сценариев, а также наличием внутренних конкурентных преимуществ Стимулирование инновационного предпринимательства, в особенности, университетских стартапов, спиноффов Запуск выпуска продукции основного органического синтеза и последующее повышение глубины переработки сырья Организация производства наиболее высокотехнологичной, сложной, дорогой углехимической продукции
6. Обучение и рост	Организация стратегического взаимодействия заинтересованных сторон (угольный и неугольный бизнес, новые инвесторы, органы власти, академический сектор) для принятия принципиальных решений по запуску стратегического мегапроекта создания углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса Создание центра экспертизы и поддержки принятия решений по развитию углехимической индустрии, планированию новых проектов, определения наиболее перспективных производств, процессов, видов продукции Создание центра проектирования углехимических предприятий и производств (проектного института или инжиниринговой компании), который способен разрабатывать проекты строительства, ввода в эксплуатацию объектов углехимической индустрии Частичная корректировка системы академических стимулов и вознаграждений, мотивирующая в большей степени к выработке принципиально новых идей Определение наиболее эффективных видов и составов сырья, запуск мощностей по подготовке угля к глубокой переработке Определение наиболее перспективного процесса преобразования угля в сырье для органического синтеза (газификация, гидрогенизация), проектирование процессов и ассортимента углехимического производства

Что касается перспективы «Финансы и бюджет», то здесь оценочные показатели полностью вытекают из названных выше эффектов. Это чистая прибыль, рентабельность активов компаний углехимической индустрии, доход на душу населения, удельные собственные доходы бюджета в расчете на душу населения. В перспективах «Качество жизни», «Стратегическая безопасность и резильентность» оценивать реализацию стратегии целесообразно через соответствующие предусмотренные «Стратегией социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса», включая «среднемесячную начисленную номинальную заработную плату одного работающего, ... валовой региональный продукт на душу населения, инвестиции в основной капитал на душу населения» [12].

4. Заключение

Таким образом, для оценки степени реализации стратегии углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса целесообразно использовать методологию ССП, адаптируя ее к объекту стратегирования и учитывая требования общей теории стратегии, методологии стратегирования. Несмотря на ряд преимуществ, включая более высокую степень гибкости, наличие опережающих показателей, удобство координации деятельности децентрализованных систем традиционные четыре перспективы ССП потребовалось дополнить аспектами «Качество жизни», «Стратегическая безопасность и резильентность». Это позволило адекватно отразить метапринцип стратегирования высокотехнологичных отраслей и производств, ориентированных на развитие человека, а также действие факторов чрезвычайного периода.

В соответствии с разработанными ранее стратегическими целями углехимической индустрии Кемеровской области – Кузбасса для каждой были определены запаздывающие, для большинства – также опережающие показатели, позволяющие проводить мониторинг и контроль. Учитывая требования согласования субординированных стратегий, установлена прямая связь вышележащих перспективы «Качество жизни», «Стратегическая безопасность и резильентность» с целями и показателями «Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области – Кузбасса», что дает возможность отразить вклад углехимической индустрии.

Литература

1. Квинт В. Л. Концепция стратегирования: монография. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2020. – 170 с. – ISBN: 978-5-8353-2562-7. – Библиотека "Стратегия Кузбасса". DOI: 10.21603/978-5- 8353-2562-7
2. Цивилева А.Е., Голубев С.С. Стратегические перспективы в угольной промышленности российской федерации/ Экономика промышленности. 2023. Т. 16. № 3. С. 327-334.
3. Цивилева А.Е. Управление развитием технологического потенциала угледобывающей компании: монография / А.Е. Цивилева. – М. : ВАШ ФОРМАТ, 2022. – 224 с.
4. Оценка социально-экономического состояния региона и реализации стратегии его развития / под ред. Е. А. Морозовой. Кемерово, Кемеровский государственный университет, 2021. 355 с.
5. Каплан Р., Нортон Д. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М.: Олимп-Бизнес, 2003. С. 137.
6. Экономическая и финансовая стратегия / под науч. ред. В. Л. Квинта. М.: Издательство Московского университета, 2024. С. 156.
7. Квинт В. Л. О необходимости стратегирования предотвращения чрезвычайных периодов и входа в новую постчрезвычайную нормальность // Теория и практика стратегирования: сборник избранных научных статей и материалов VII Международной научно-практической конференции. М.: Издательство Московского университета, 2024. С. 45–48.
8. Албин И. Н. Стратегические факторы экономических кризисов и их особенности в чрезвычайные периоды на уровне стран и регионов // Стратегирование: теория и практика. 2025. Т 5. № 2. С. 144–165.
9. Петрова П. М. Методы стратегического анализа индикаторов возникновения чрезвычайного периода на рынке недвижимости // Экономика промышленности. 2023. Т. 16. № 1. С. 118–128.
10. Стратегирование экологического развития Кузбасса / под научной редакцией В. Л. Квинта – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2021. – 416 с.: ил. – (Библиотека «Стратегия Кузбасса»). DOI: 10.21603/978-5-8353-2797-3
11. Концептуальное будущее Кузбасса: стратегические контуры приоритетов развития до 2071 г. 50-летняя перспектива: монография / под научной редакцией В. Л. Квинта. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – 283 с.: ил. – (Библиотека «Стратегия Кузбасса»). DOI: 10.21603/978-5-8353-2812-3
12. Стратегирование экономического и инвестиционного развития Кузбасса: монография / под научной редакцией В. Л. Квинта. – Кемерово: КемГУ, 2021. – 364 с.

Formation of a system of indicators for assessing the degree of implementation of the coal chemical industry strategy in the Kemerovo region - Kuzbass

Loginov D.L.
JSC "UK "KOLMAR"

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the development of tools for assessing the degree of implementation of the strategy for the high-tech coal chemical industry in a resource-type region (using the example of the Kemerovo Region – Kuzbass). The author critically analyzes traditional approaches to assessing strategy implementation (additive convolution of indicators, management by objectives), identifying their shortcomings when applied to new, complex objects of strategizing in a turbulent external environment. An adapted Balanced Scorecard by R. Kaplan and D. Norton is proposed as a more effective methodological framework. Considering the specifics of the industry and the region, as well as the requirements of the general theory of strategy (the scientific school of V.L. Kvint), the classical four-perspective BSC model is expanded with original perspectives: «Quality of Life» and «Strategic Security and Resilience». The paper presents a modified structural and logical diagram of the relationships among six perspectives (quality of life, security and resilience, finance and budget, customers and markets, business processes, learning and growth), as well as the distribution of strategic goals of the coal chemical industry across these perspectives. It is substantiated that the proposed system of indicators, including leading and lagging indicators, ensures balance, monitoring

flexibility, and allows assessing the contribution of the sectoral strategy to achieving the goals of the region's socio-economic development.
Keywords: strategy, coal chemical industry, system of indicators, strategy implementation assessment, Balanced Scorecard, Kemerovo Region – Kuzbass, quality of life, strategic security, resilience, resource-type region.

References

1. Kvint V. L. The Concept of Strategizing: Monograph. – Kemerovo: Kemerovo State University, 2020. – 170 p. – ISBN: 978-5-8353-2562-7. – Kuzbass Strategy Library. DOI: 10.21603/978-5- 8353-2562-7
2. Tsivileva A.E., Golubev S.S. Strategic Prospects in the Coal Industry of the Russian Federation / Industrial Economics. 2023. Vol. 16. No. 3. Pp. 327-334.
3. Tsivileva A.E. Managing the Development of the Technological Potential of a Coal Mining Company: Monograph / A.E. Tsivileva. – M.: VASH FORMAT, 2022. – 224 p.
4. Assessment of the Socioeconomic State of the Region and the Implementation of its Development Strategy / edited by E. A. Morozova. Kemerovo, Kemerovo State University, 2021. 355 p.
5. Kaplan R., Norton D. Balanced Scorecard. From Strategy to Action. Moscow: Olimp-Business, 2003. P. 137.
6. Economic and Financial Strategy / edited by V. L. Quint. Moscow: Moscow University Publishing House, 2024. P. 156.
7. Quint V. L. On the Need to Strategize the Prevention of Emergency Periods and Enter the New Post-Emergency Normality // Theory and Practice of Strategizing: A Collection of Selected Scientific Articles and Materials of the VII International Scientific and Practical Conference. M.: Moscow University Publishing House, 2024. pp. 45–48.
8. Albin, I. N. Strategic Factors of Economic Crises and Their Features during Emergency Periods at the Level of Countries and Regions // Strategizing: Theory and Practice. 2025. Vol. 5. No. 2. pp. 144–165.
9. Petrova, P. M. Methods of Strategic Analysis of Indicators of the Occurrence of an Emergency Period in the Real Estate Market // Industrial Economics. 2023. Vol. 16. No. 1. pp. 118–128.
10. Strategizing the Environmental Development of Kuzbass / edited by V. L. Quint – Kemerovo: Kemerovo State University, 2021. – 416 p.: ill. – (Kuzbass Strategy Library). DOI: 10.21603/978-5-8353-2797-3
11. The Conceptual Future of Kuzbass: Strategic Outlines of Development Priorities until 2071. A 50-Year Perspective: Monograph / edited by V. L. Quint. – Kemerovo: Kemerovo State University, 2022. – 283 p.: ill. – (Kuzbass Strategy Library). DOI: 10.21603/978-5-8353-2812-3
12. Strategizing the Economic and Investment Development of Kuzbass: Monograph / edited by V. L. Quint. – Kemerovo: KemSU, 2021. – 364 p.

Трансформация механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики

Масленников Виктор Владимирович
аспирант кафедры таможенных операций и таможенного контроля, Российская таможенная академия, v.maslennikov23@customs-academy.ru

В условиях развития цифровой экономики существенно меняются механизмы государственного контроля за внешнеэкономической деятельностью и налоговыми обязательствами хозяйствующих субъектов. Таможенные и налоговые органы традиционно выполняют разные функции, однако в реальной практике их деятельность тесно взаимосвязана.
В статье рассматриваются особенности действующего механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов, анализируются проблемы информационного обмена между ведомствами и влияние цифровизации на систему контроля.
На основе проведенного анализа предлагаются направления трансформации механизма взаимодействия. Предложена обновленная концепция взаимодействия таможенных и налоговых органов при осуществлении таможенного контроля.
Ключевые слова: таможенные органы, налоговые органы, цифровизация экономики, межведомственное взаимодействие, таможенный контроль, налоговый контроль, информационный обмен, анализ рисков, внешнеэкономическая деятельность, цифровые платформы государственного контроля.

Введение

В последние десятилетия государственный контроль все заметнее смещается в сторону цифровых инструментов. Таможенные и налоговые органы традиционно выполняют разные функции, но в реальной экономике их задачи пересекаются. Таможенные органы контролируют перемещение товаров через границу и взимание таможенных платежей, налоговые органы обеспечивают полноту и своевременность налоговых поступлений. На практике эти процессы образуют единый контур контроля хозяйственной деятельности экономических субъектов.

Долгое время взаимодействие между двумя системами строилось преимущественно через обмен отдельными запросами и периодическую передачу информации. Такой формат работал в условиях более медленного оборота данных и сравнительно простых внешнеэкономических операций. Однако современная экономика устроена иначе. Объемы международной торговли растут, логистические цепочки становятся сложнее, а финансовые операции проходят через цифровые платформы почти мгновенно. В этих условиях раздельное функционирование информационных систем налоговых и таможенных органов начинает создавать очевидные ограничения.

Проблема становится заметной, когда речь заходит о выявлении налоговых и таможенных рисков. Таможенные органы располагают информацией о стоимости товаров, их классификации, стране происхождения, участниках внешнеэкономической деятельности. Налоговые органы, в свою очередь, видят финансовые результаты компаний, структуру их выручки, налоговую нагрузку и движение денежных средств, а также всю цепочку движения товара от импортера до конечного потребителя в обобщенном виде. По отдельности эти массивы данных дают лишь частичное представление о деятельности предприятия. Когда же они сопоставляются, возникают новые аналитические возможности.

Переход к цифровой экономике усиливает значимость такого сопоставления. Электронное декларирование, автоматизированные системы управления рисками, цифровые платформы обмена данными — все это формирует новую инфраструктуру государственного контроля. При этом возникает закономерный вопрос: насколько эффективно используются эти возможности для интеграции работы различных ведомств? Несмотря на заметный прогресс в развитии информационных технологий, механизм взаимодействия налоговых и таможенных органов по-прежнему во многом сохраняет черты прежней административной модели. Информационные системы развиваются быстрее, чем институциональные механизмы их совместного использования.

Ситуация осложняется тем, что цифровизация сама по себе не гарантирует повышения эффективности контроля. Она создает новые инструменты, но одновременно увеличивает объем информации, с которой приходится работать. Если обмен данными между ведомствами остается фрагментарным, то часть аналитического потенциала просто теряется. В результате государство располагает большим количеством цифровых данных, но использует их не полностью. Именно здесь и возникает необходимость переосмысления самого механизма взаимодействия между таможенными и налоговыми органами.

Таким образом, проблема трансформации механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики остается актуальной как с теоретической, так и с практической точки зрения. Возникает необходимость более глубокого анализа существующих моделей взаимодействия, выявления их ограничений и поиска возможных направлений развития.

Целью настоящего исследования является анализ трансформации механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики, а также выявление проблем и перспектив дальнейшего развития данного взаимодействия.

Теоретические основы взаимодействия таможенных и налоговых органов

Взаимодействие таможенных и налоговых органов является важным элементом системы государственного финансового контроля. Несмотря на различие функциональной специализации, обе структуры обеспечивают полноту бюджетных поступлений и контроль законности экономической деятельности. На практике их деятельность тесно взаимосвязана, поскольку значительная часть налоговых обязательств формируется в результате внешнеэкономических операций [5, 8].

Связь между налоговым и таможенным контролем проявляется в том, что внешнеэкономическая деятельность предприятия отражается одновременно в нескольких информационных контурах. Таможенные декларации фиксируют параметры перемещения товаров (стоимость, количество, происхождение, участники сделки), формируя основу для начисления таможенных платежей. В то же время эти операции отражаются в бухгалтерской и налоговой отчетности, влияя на финансовые результаты и налоговую базу. Таким образом, один и тот же экономический процесс становится объектом контроля различных ведомств.

Двойная фиксация информации создает возможности для аналитического сопоставления данных. Существенные расхождения между показателями внешнеэкономической деятельности и финансовыми результатами могут свидетельствовать о нарушениях или искажении отчетности. Например, занижение таможенной стоимости снижает размер платежей при импорте, тогда как последующая реализация товара по рыночной цене отражается уже в налоговом контуре. Аналогично, несоответствие объемов импорта и выручки может указывать на неполное отражение доходов. В связи с этим взаимодействие таможенных и налоговых органов выступает ключевым инструментом выявления таких несоответствий. Схематично процесс сопоставления данных и распределения контрольных функций представлен на рис. 1.

Рисунок 1. Взаимодействие таможенных и налоговых органов при сопоставлении данных внешнеэкономической деятельности.

В научной литературе межведомственное взаимодействие часто рассматривается через призму информационной интеграции — объединения данных различных органов для повышения эффективности анализа. Однако на практике такая интеграция остается частичной: ведомственные системы сохраняют автономность, поскольку формировались для решения различных задач и опираются на разные нормативные и организационные принципы. В результате взаимодействие чаще реализуется как последовательный обмен информацией, а не как единая аналитическая система [7].

В рамках настоящего исследования под *механизмом взаимодействия таможенных и налоговых органов* понимается институционально оформленный, ресурснообеспеченный и функционально ориентированный процесс скоординированной деятельности таможенных и налоговых органов, направленный на достижение общих задач государственной политики посредством информационного обмена, согласования методик и проведения совместных мероприятий. При этом установлено, что ключевым элементом такого взаимодействия выступает информационный контур: *информационное взаимодействие таможенных и налоговых органов* – это комплексная система интегрированных информационных потоков, основанная на принципах непрерывности, автоматизации и аналитической ценности данных, реализуемая через платформу (СМЭВ) и ведомственные информационные системы (ЕАИС ТО, АИС «Налог-3»).

Одной из ключевых теоретических проблем является различие логики таможенного и налогового администрирования. Таможенный контроль ориентирован на отдельные внешнеэкономические операции, тогда как налоговый — на комплексную оценку деятельности предприятия в динамике. Это затрудняет интеграцию данных, поскольку одни и те же показатели анализируются в разных системах координат.

Вместе с тем именно их совместное использование позволяет сформировать наиболее полное представление о деятельности участников внешнеэкономической деятельности. Таможенные данные отражают движение товаров и их стоимость, а налоговые — экономический результат этих операций. Их сопоставление позволяет выявлять закономерности, недоступные при изолированном анализе.

Современные исследования подчеркивают необходимость перехода от эпизодического обмена информацией к системным моделям взаимодействия, основанным на интеграции данных, использовании автоматизированных алгоритмов анализа и формировании единых подходов к оценке рисков [1]. При этом трансформация требует не только технологических, но и институциональных изменений, включая закрепление процедур взаимодействия и распределение полномочий.

Таким образом, взаимодействие таможенных и налоговых органов представляет собой систему обмена и сопоставления экономической информации. В условиях цифровизации его значение возрастает, поскольку появляется возможность объединять большие массивы данных и выявлять ранее скрытые закономерности, что требует дальнейшего развития механизмов межведомственного взаимодействия.

Цифровизация государственного администрирования и её влияние на систему налогового и таможенного контроля

Цифровизация государственного администрирования существенно изменила подход к налоговому и таможенному контролю. Если ранее контроль носил преимущественно постфактумный характер, то в настоящее время он всё чаще строится на анализе данных в режиме, близком к реальному времени.

Внедрение электронного декларирования, цифрового документооборота и автоматизированных систем анализа позволило резко увеличить объем доступных данных (рис. 2). Таможенные декларации содержат детализированную информацию о товарах, участниках сделок и логистике, формируя значительный массив данных, пригодный не только для оформления, но и для аналитики. Аналогичные процессы происходят в налоговом администрировании, где используются электронная отчетность, онлайн-кассы и цифровые системы контроля, включая АСК НДС-2, позволяющие отслеживать движение товаров в обобщённом виде.

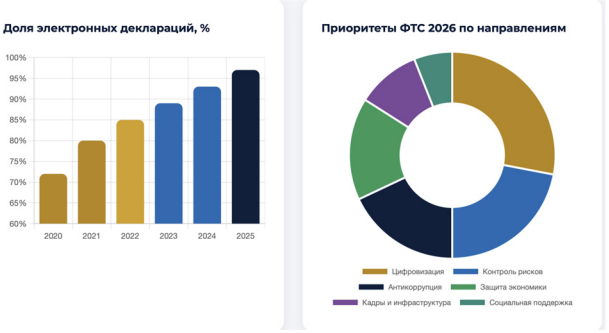


Рисунок 2. Цифровизация ФТС России: динамика в числах. Источник: https://axillc.ru/news/novinki/fts-2026-novye-pravila-tamozhni-chto-izmenitsya-dlya-biznes/?ysclid=mo60bwomcr99132188

В результате меняется сама логика контроля: акцент смещается от выборочных проверок к постоянному анализу данных. Это позволяет выявлять риски на ранних стадиях, обнаруживать нетипичные модели поведения и признаки возможных нарушений. Особое значение приобретает сопоставление данных таможенных и налоговых органов. Например, несоответствие между объемами импорта и финансовыми результатами компании может указывать на искажение отчетности или использование схем минимизации платежей [3, 6].

Развитие цифровых технологий также способствует переходу к более сложным моделям анализа, включающим исследование цепочек поставок, сопоставление данных из различных источников и выявление скрытых взаимосвязей. Однако рост объема информации создает и новые вызовы: без эффективных методов обработки данные могут оставаться неиспользованными. Это усиливает роль автоматизированной аналитики, включая алгоритмы оценки рисков и методы машинного обучения.

Важным направлением развития является интеграция информационных систем различных ведомств. На практике этот процесс остается не-

равномерным: системы развиваются быстрее, чем механизмы их совместного использования. В результате взаимодействие между таможенными и налоговыми органами нередко сохраняет фрагментарный характер [3,5].

В рамках перехода к более связанным моделям контроля в России развивается система прослеживаемости товаров (НСПТ), направленная на отслеживание движения товаров от ввоза до реализации. Она основывается на сопоставлении данных таможенного и налогового учета, формируя цепочку, позволяющую анализировать движение товарных партий.

Цифровая среда также меняет формат межведомственного взаимодействия: от эпизодического обмена данными осуществляется переход к модели постоянного информационного обмена и совместного анализа. В цифровой модели данные различных ведомств рассматриваются как элементы единой аналитической инфраструктуры (рис. 3), что позволяет повысить оперативность выявления рисков и перераспределить контрольные ресурсы.

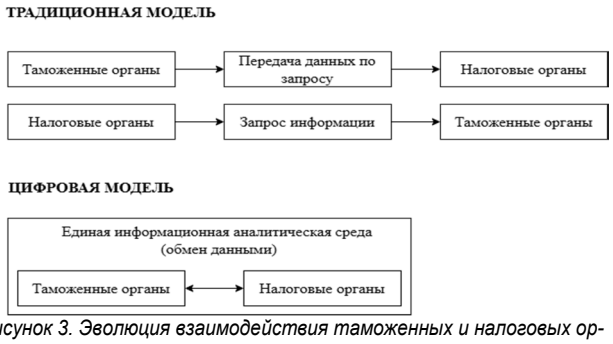


Рисунок 3. Эволюция взаимодействия таможенных и налоговых органов.

Таким образом, цифровизация значительно расширяет возможности налогового и таможенного контроля, создавая условия для интеграции данных и применения современных аналитических инструментов. Однако реализация этих возможностей требует не только технологических решений, но и совершенствования организационных механизмов взаимодействия. В противном случае значительная часть потенциала цифровых систем остается нереализованной.

На практике взаимодействие таможенных и налоговых органов представляет собой сочетание формализованного обмена данными и элементов совместной аналитики. Несмотря на наличие технических возможностей, согласованность процедур и распределение ответственности остаются неоднородными, что приводит к неравномерной эффективности взаимодействия.1

Трансформация механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики

В этих условиях цифровизации трансформация взаимодействия таможенных и налоговых органов связана не столько с технической модернизацией, сколько с изменением самой логики государственного администрирования. Если ранее обмен информацией между ведомствами был преимущественно эпизодическим и строился вокруг отдельных запросов, то цифровая среда предполагает более устойчивую интеграцию данных. Информационные системы различных органов постепенно превращаются в элементы единой аналитической инфраструктуры, в которой данные могут использоваться повторно и сопоставляться в разных контекстах.

Одним из ключевых направлений такой трансформации выступает формирование интегрированных информационных контуров. Речь идет о создании условий, при которых данные таможенного администрирования могут автоматически использоваться в налоговом контроле и наоборот [2, 6]. В этом случае сведения о стоимости импортируемых товаров, содержащиеся в таможенных декларациях, сопоставляются с налоговой отчетностью, финансовыми показателями и динамикой оборота предприятия, что позволяет выявлять несоответствия значительно быстрее, чем в рамках традиционных проверок.

Не менее важным направлением является развитие цифровых аналитических инструментов. Современные системы позволяют обрабатывать большие массивы данных, выявлять нетипичные закономерности и повышать точность оценки рисков. В таможенной практике такие инструменты уже используются, однако в условиях цифровой экономики их эффективность возрастает при интеграции данных из разных источников. Совместный анализ таможенной и налоговой информации позволяет не только точнее выявлять риски, но и снижать вероятность пропуска нарушений.

Рисунок 4. Предлагаемая концепция взаимодействия таможенных и налоговых органов при проведении таможенного контроля

При этом простое объединение баз данных не обеспечивает полноценного взаимодействия. Для эффективного использования цифровой информации необходимы согласованные методики анализа, единые критерии оценки рисков и четкие процедуры совместного использования данных. Без этого даже интегрированные системы будут использоваться лишь частично.

Существенно меняется и роль аналитической работы в системе контроля. Если в традиционной модели преобладали проверки по уже завершенным операциям, то цифровые технологии позволяют сместить акцент в сторону предварительного анализа данных и раннего выявления потенциальных нарушений [1, 7]. Это означает, что взаимодействие таможенных и налоговых органов должно строиться прежде всего на совместной аналитике, а не только на обмене результатами уже проведенных контрольных мероприятий.

Перспективным направлением выступает и использование сквозных аналитических моделей, позволяющих прослеживать экономическую операцию на всех этапах — от ввоза товара до его реализации и отражения в налоговой отчетности. При автоматическом сопоставлении данных государственные органы получают возможность выявлять несоответствия практически в режиме реального времени. Такой подход уже рассматривается как один из наиболее эффективных инструментов современного государственного контроля.

В этой связи нами предложена усовершенствованная концепция взаимодействия таможенных и налоговых органов, основанная на создании единой межведомственной цифровой платформы, интегрированной с национальной системой маркировки «Честный знак», НСПТ, цифровым контуром АСК НДС-2, а также системой подтверждения ожидания товаров (СПОТ).

Предлагаемая концепция включает три взаимосвязанных уровня. Технологический уровень предполагает создание интеграционных шлюзов и использование технологий распределенного реестра для обеспечения неизменности и верификации данных на всем пути товара. Информационный уровень связан с формированием единого цифрового профиля участника ВЭД, содержащего историю таможенных и налоговых правоотношений. Управленческий уровень предусматривает внедрение единых алгоритмов риск-менеджмента и скоринговой оценки благонадежности для автоматического выявления «красных флагов» и формирования планов совместных проверок. Тем самым формируется единое информационное пространство и новая архитектура межведомственного взаимодействия, основанная на интеграции ведомственных систем.

Представленная схема отражает общий принцип цифровой трансформации межведомственного взаимодействия: обмен информацией перестает быть самостоятельной процедурой и становится частью непрерывного аналитического процесса. Ключевую роль в такой модели играет единая аналитическая среда, в которой данные различных органов объединяются и используются для оценки рисков.

Таким образом, трансформация механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов в условиях цифровизации экономики связана с переходом от эпизодического обмена информацией к интегрированным моделям работы с данными. Этот процесс требует развития цифровой инфраструктуры, совершенствования аналитических инструментов и адаптации институциональных механизмов межведомственного взаимодействия. Только сочетание этих условий позволит в полной мере использовать цифровые данные в системе государственного контроля и повысить результативность выявления экономических нарушений.

Перспективные направления развития взаимодействия таможенных и налоговых органов

Анализ существующих проблем показывает, что дальнейшее развитие взаимодействия таможенных и налоговых органов связано с углублением использования цифровых технологий и совершенствованием механизмов межведомственной координации. Речь идет не о модернизации отдельных информационных систем, а о переходе к комплексной модели государственного контроля, в которой данные различных ведомств функционируют как элементы единого аналитического пространства.

Одним из ключевых направлений является стандартизация и унификация данных. В настоящее время таможенные и налоговые органы используют различные форматы хранения и обработки информации, что затрудняет их сопоставление. В условиях цифровизации возрастает необходимость перехода к унифицированным форматам и согласованным принципам структурирования данных [4], что упрощает автоматизированный анализ и позволяет использовать Важным направлением выступает развитие цифровых платформ обмена данными. Современные технологии обеспечивают передачу информации между государственными органами в режиме, близком к реальному времени, что снижает зависимость от отдельных запросов и административных процедур. В результате данные используются не только в рамках проверок, но и в системе постоянного аналитического мониторинга.

Перспективным направлением является и развитие совместных систем анализа рисков. Интеграция таможенных и налоговых данных позволяет учитывать более широкий круг факторов — финансовые показатели компаний, динамику внешнеэкономической деятельности, налоговую нагрузку — что повышает точность оценки рисков и эффективность распределения контрольных ресурсов.

Не менее важным остается развитие инструментов анализа больших данных. Современные информационные системы аккумулируют значительные объемы информации, однако их ценность определяется возможностями обработки. Использование методов интеллектуального анализа, машинного обучения и автоматизированных алгоритмов позволяет выявлять скрытые взаимосвязи и прогнозировать потенциальные нарушения.

Перспективным является и развитие механизмов сквозного анализа экономических операций. В этом случае операция рассматривается как часть цепочки — от ввоза товара до его реализации и отражения в налоговой отчетности. При автоматическом сопоставлении данных на всех этапах повышается точность контроля и прозрачность деятельности участников внешнеэкономической деятельности.

Развитие взаимодействия должно также учитывать необходимость снижения административной нагрузки на бизнес. Интеграция информационных систем позволяет сократить дублирование данных и количество отчетных форм: информация, предоставленная одному органу, может автоматически использоваться другими. Это упрощает взаимодействие бизнеса с государством и одновременно повышает эффективность контроля.

Для систематизации основных направлений цифровой трансформации представим их в виде таблицы 3.

Таблица 3

Основные направления цифровой трансформации взаимодействия таможенных и налоговых органов

Направление развития	Содержание	Ожидаемый результат
Стандартизация данных	Унификация форматов хранения и передачи информации между ведомствами	Упрощение сопоставления данных и повышение эффективности аналитической работы
Цифровые платформы обмена информацией	Создание устойчивых каналов межведомственного взаимодействия	Повышение оперативности обмена информацией
Совместные системы анализа рисков	Интеграция таможенных и налоговых данных в аналитических моделях	Более точное выявление потенциальных нарушений
Анализ больших данных	Использование алгоритмов интеллектуальной обработки информации	Выявление скрытых закономерностей в экономической деятельности
Сквозной анализ операций	Сопоставление данных на разных этапах хозяйственной деятельности	Повышение прозрачности внешнеэкономических операций

В более широком контексте развитие взаимодействия связано с формированием новой модели государственного контроля, основанной на комплексном анализе цифровых данных. В такой модели контрольные решения принимаются на основе интегрированной информации из различных источников, а ключевую роль играет аналитическая обработка данных.

Реализация данной модели требует времени и последовательного внедрения организационных и технологических изменений. В условиях цифровизации границы между различными видами контроля постепенно стираются, и развитие межведомственного взаимодействия становится одним из ключевых факторов повышения результативности государственного администрирования.

Заключение

Проведенный анализ показывает, что в условиях цифровизации экономики взаимодействие таможенных и налоговых органов приобретает новое содержание. Если ранее межведомственное сотрудничество строилось преимущественно на эпизодическом обмене информацией, то современная цифровая среда требует устойчивых и системных форм интеграции данных. Существенный рост объема информации, формируемой одновременно в разных административных контурах, создает дополнительные возможности для анализа экономической деятельности и выявления потенциальных нарушений.

Вместе с тем существующий механизм взаимодействия пока не в полной мере реализует этот потенциал. Информационные системы ведомств формировались для решения различных задач, что обусловило ограниченность их интеграции. В результате обмен данными во многих случаях сохраняет фрагментарный характер, а различия в подходах к анализу затрудняют формирование единой аналитической картины.

В работе предложена усовершенствованная концепция взаимодействия таможенных и налоговых органов, ориентированная на формирование интегрированной модели работы с данными. Она предполагает

развитие устойчивых цифровых каналов обмена, внедрение совместных систем анализа рисков и использование современных методов обработки больших данных. Особое значение приобретает сквозной анализ экономических операций, обеспечивающий сопоставление данных о внешнеэкономической деятельности с финансовыми результатами и налоговой отчетностью предприятий.

Реализация данных подходов позволит повысить прозрачность внешнеэкономической деятельности, улучшить выявление нарушений и оптимизировать распределение контрольных ресурсов. При этом цифровая трансформация государственного администрирования является длительным процессом, требующим комплексного развития нормативной базы, информационной инфраструктуры и организационных механизмов взаимодействия.

Таким образом, трансформация механизма взаимодействия таможенных и налоговых органов выступает одним из ключевых направлений развития современной системы государственного контроля. Ее реализация позволит не только повысить эффективность таможенного и налогового контроля, но и сформировать более прозрачную и сбалансированную модель взаимодействия государства и бизнеса.

Литература

1. Алексахина С. А., Горшкова А. А., Озерова Н. А., Нохтуева Е. Н. Цифровизация налогового администрирования как инструмент повышения эффективности налоговой политики// Экономика, предпринимательство и право. 2024. Т. 14. № 12. С. 7079–7094.
2. Ворона А. А., Максимов Ю. А. Направления совершенствования системы информационного электронного взаимодействия таможенных органов Российской Федерации с иными органами государственной власти // Вестник евразийской науки. 2024. № 16 (2). 11 с.
3. Давыдов Р. В. Цифровая трансформация федеральной таможенной службы и задачи российской таможенной академии в условиях ее реализации // Вестник Российской таможенной академии. 2023. №3. С. 9–22.
4. Жеребен Е. В. Взаимодействие таможенных и налоговых органов при таможенном контроле после выпуска товаров // 2020.
5. Золотухина Ю. В. Информационное взаимодействие организаций в условиях цифровой экономики // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2021. С. 143–147.
6. Зыбенко С. В., Горбунова Д. Я. Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности в России на современном этапе // Российский экономический интернет-журнал. 2023. №1. 19 с.
7. Никулкина И. В., Колядко А. С. Развитие механизмов взаимодействия таможенных и налоговых органов по администрированию таможенных платежей // *Экономика, предпринимательство и право*. 2022. Т. 12. № 4. С. 1417–1434.
8. Новичков И. В., Гальчун Е. А., Кезля Д. А. Цифровизация финансового контроля // Образование. Наука. Научные кадры. 2022. №2. С. 99–101.

Transformation of the mechanism of interaction between customs and tax authorities in the conditions of digitalization of the economy.

Maslennikov V.V.

Russian Customs Academy

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

In the context of the development of the digital economy, the mechanisms of state control over foreign economic activity and the tax obligations of business entities are changing significantly. Customs and tax authorities traditionally perform different functions, but in reality, their activities are closely interconnected.

The article examines the features of the current mechanism of interaction between customs and tax authorities, analyzes the problems of information exchange between agencies, and examines the impact of digitalization on the control system.

Based on the analysis, the article proposes directions for transforming the mechanism of interaction. An updated concept of interaction between customs and tax authorities during customs control has been proposed.

Keywords: customs authorities, tax authorities, digitalization of the economy, interdepartmental cooperation, customs control, tax control, information exchange, risk analysis, foreign economic activity, digital platforms for state control.

References

1. Aleksakhina S. A., Gorshkova A. A., Ozerova N. A., Nokhtueva E. N. Digitalization of Tax Administration as a Tool for Improving the Efficiency of Tax Policy// Economy, Entrepreneurship and Law. 2024. Vol. 14. No. 12. Pp. 7079–7094.
2. Vorona A. A., Maksimov Yu. A. Directions for Improving the System of Information Electronic Interaction of the Customs Authorities of the Russian Federation with Other Public Authorities // Bulletin of Eurasian Science. 2024. No. 16 (2). 11 p.
3. Davydov, R. V. Digital Transformation of the Federal Customs Service and the Tasks of the Russian Customs Academy in the Context of Its Implementation // Bulletin of the Russian Customs Academy. 2023. No. 3. Pp. 9–22.
4. Zhereben, E. V. Interaction between Customs and Tax Authorities in Customs Control after the Release of Goods // 2020.
5. Zolotukhina Yu. V. Information Interaction of Organizations in the Digital Economy // Izvestiya of the St. Petersburg State University of Economics. 2021. Pp. 143–147.
6. Zybenko S. V., Gorbunova D. Ya. State Regulation of Foreign Economic Activity in Russia at the Present Stage // Russian Economic Internet Journal. 2023. No. 1. 19 p.
7. Nikulkina I. V., Kolyadko A. S. Development of Interaction Mechanisms between Customs and Tax Authorities for the Administration of Customs Payments // Economics, Entrepreneurship, and Law. 2022. Vol. 12. No. 4. Pp. 1417–1434.
8. Novichkov I. V., Galchun E. A., Kezlya D. A. Digitalization of Financial Control // Education. Science. Scientific Personnel. 2022. No. 2. Pp. 99–101.

Влияние цифровой трансформации на региональную экономическую диверсификацию: анализ барьеров и драйверов для отраслевых комплексов

Михайленко Андрей Романович
аспирант кафедры производственного менеджмента, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, inemzi01@yandex.ru,

Родионов Александр Владимирович
доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедры производственного менеджмента, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, av.box@bk.ru,

Коваленко Тимофей Игоревич
лаборант кафедры производственного менеджмента, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, 1988vladimer2403@mail.ru,

Чаленко Владимир Владимирович
аспирант кафедры производственного менеджмента, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, timkowalencko@yandex.ru

Проблема. Несмотря на стремительное углубление процессов цифровой трансформации, межрегиональный разрыв в темпах экономического развития остаётся заметным, что выражается в ограниченной диверсификации отраслевых систем на периферии. Необходима инвентаризация детерминант, которые ускоряют или, напротив, тормозят переход регионов к полифункциональной хозяйственной модели, даже при наличии необходимых технологий. Слабо исследовано, каким образом отраслевые барьеры модифицируют совокупное воздействие цифровизации на экономическую сложность территорий. **Методология.** Применён смешанный дизайн исследования, включающий эконометрику панельных данных по субъектам Российской Федерации за 2015-2025 годы. Сконструированы синтетические индексы цифровой зрелости кластеров, инфраструктурной обеспеченности и коэффициенты структурной диверсификации. Для проверки гипотез использовались фиксированные и случайные эффекты, а также инструментарий пространственной регрессии, позволяющий учесть диффузию технологий между регионами. **Результаты исследования.** Ключевыми катализаторами диверсификации выступают не столько масштаб прямых капиталовложений, сколько формирование цифровых экосистем, развитие платформенной кооперации и постоянное обновление компетенций работников в традиционных сегментах. Основные препятствия связаны с институциональным сопротивлением инновациям, фрагментацией нормативной базы и дефицитом междисциплинарных навыков. **Практическое применение.** Выводы могут стать основой для региональных стратегий «умной специализации» и пакетов индустриальной политики. Рекомендации ориентированы на перенастройку государственных мер поддержки: акцент на снятие организационных барьеров, стимулирование сетевых эффектов и целевое повышение квалификации позволит эффективнее конвертировать цифровой потенциал в устойчивую структурную диверсификацию экономики.

Ключевые слова: цифровая трансформация, развитие региональной экономики, расширенная экономическая диверсификация, интеграция отраслевых комплексов, структурные барьеры, ключевые драйверы роста, потенциал человеческого капитала, институциональная среда.

Введение

Глобальная экономика переживает глубокую трансформацию, движимой цифровизацией. Масштабное внедрение информационно коммуникационных технологий, искусственного интеллекта, интернета вещей, технологий анализа больших данных и облачных вычислений радикально переопределяет параметры конкурентоспособности, повышает факторную производительность и, что принципиально для пространственного развития, меняет отраслевую конфигурацию. С точки зрения территориального управления экономическая диверсификация – то есть смещение акцента от узкой специализации к формированию многопрофильных, взаимосвязанных кластеров – рассматривается как стратегический инструмент повышения устойчивости к глобальным шокам и обеспечения продолжительного роста [1, с. 71-102; 2, с. 45-67]

Связь между цифровой трансформацией экономики и структурной диверсификацией оказывается многомерной и во многом амбивалентной. В теоретических моделях цифровизация расширяет пространство возможностей: открывает дополнительные рыночные ниши, снижает транзакционные издержки, облегчает фирмам из традиционных производств выход в глобальные цепочки добавленной стоимости и, как следствие, повышает технологическую и продуктовую сложность региона [3, с. 124-130; 4, с. 201-215]. На практике же статистические панели свидетельствуют о высоком территориальном разнотемпе. Распространён феномен «digital lock-in»: инвестиции в сети передачи данных, облачную инфраструктуру и платформенные решения усиливают конкурентные позиции уже доминирующих специализаций, не формируя критической массы для возникновения принципиально новых, knowledge-intensive отраслей [5, с. 15; 6, с.22-25]. Итог — углубление межрегиональной асимметрии и наращивание зависимости от узкого перечня конъюнктурных рынков. Следовательно, ключевой исследовательский вызов состоит в углублённом изучении того, каким образом инструментарий цифровой трансформации — начиная от модернизации базовой инфраструктуры и заканчивая преобразованием корпоративной культуры — коррелирует с эндогенными и экзогенными барьерами развития региональных отраслевых кластеров, формируя их потенциал к дальнейшей диверсификации [7, с. 88-92; 8, с. 381-401].

Исследование траекторий экономической диверсификации давно занимает центральное место в региональной науке. Ключевые парадигмы — от эндогенной теории роста до концепции экономической сложности — демонстрируют, что решающими являются не столько объём инвестиций, сколько уровень знаний, разнообразие технологических возможностей и прочность межотраслевых связей [1; 2; 3]. Диверсификация трактуется как эволюционный процесс, зависящий от накопленных компетенций и плотных агломерационных сетей, способствующих циркуляции скрытого ноу-хау [4, с. 158-167; 9, с. 1-12].

Вторая исследовательская ветвь анализирует, как цифровые инновации воздействуют на темпы макроэкономического роста. Первые работы сосредотачивались преимущественно на отдаче от капиталовложений в ИТ-инфраструктуру и оборудование. Нынешняя научная дискуссия, напротив, рассматривает цифровую трансформацию как многоуровневый процесс, охватывающий реинжиниринг организационных процессов, эволюцию бизнес-моделей и формирование данных в статус стратегического актива [10, с. 687-705; 11, с. 1405-1418]. Выявлено, что внедрение технологий усиливает сегментацию рынка труда, опосредованно трансформируя структуру регионального спроса и потоков инвестиций [5; 12, с. 371-398].

На стыке этих двух стратегических векторов — цифровой трансформации и диверсификации — формируются две базовые категории факторов:

1. К числу основных драйверов относят эволюцию платформенных решений, стимулирующих межотраслевую интеграцию в логике API-экономики; облегчение выхода на мировые рынки за счёт инструментов электронной коммерции и маркетплейсов; а также формирование региональных инновационных экосистем, фокусированных на предоставлении цифровых сервисов и сервисной бизнес-модели [9; 14; 19, с. 72-81].

2. Основные барьеры имеют преимущественно не технологическую, а институционально-организационную природу. К ним относятся

устаревшие нормативные регламенты, неподготовленность менеджмента к работе с данными и аналитикой, высокая капиталоёмкость цифровизации для МСБ, а также выраженный «digital divide» в компетенциях персонала [15, с. 148-165; 16, с. 88-105]. В добывающих регионах дополнительной преградой служит высокая маржинальность традиционных отраслей, снижающая стимул инвестировать в более рискованные, но зависящие от цифровых технологий направления [13, с. 45-57].

При всей обширности накопленной эмпирики заметно нехватка исследований, способных всесторонне проанализировать синергетику отраслевых драйверов и барьеров цифровой трансформации с учётом региональной спецификации производственных кластеров — будь то высокотехнологичное машиностроение или сервисная экономика. Преобладающие работы либо оценивают макроэкономическую динамику, либо рассматривают внедрение изолированных цифровых решений, обходя вниманием институциональные и структурные ограничения территориального хозяйственного каркаса [10; 11; 20, с. 95-112].

Рассматриваемое исследование актуализируется необходимостью разработки действенных инструментов территориального управления в эпоху непрерывной цифровой модернизации, что требует переосмысления традиционных подходов к стратегическому планированию. Для субъектов РФ, характеризующихся выраженной отраслевой специализацией и неоднородной цифровой зрелостью, критично разобраться, каким образом цифровая трансформация влияет на процессы диверсификации, обеспечивая устойчивость региональной экономики в долгосрочной перспективе и формируя благоприятную среду для инновационных кластеров. Отсутствие адекватных мер по снятию барьеров грозит фиксацией технологического разрыва и углублением сырьевой зависимости, тогда как грамотное использование драйверов цифровой перестройки способно заложить фундамент перехода к экономике знаний.

Цель и задачи исследования

Настоящее исследование нацелено на всестороннее изучение того, каким образом процессы цифровой трансформации формируют и усиливают диверсификацию экономики региона, а также на выявление и приоритетизацию главных детерминант — ограничений и катализаторов, характерных для конкретных отраслевых кластеров. Для реализации указанной цели определены нижеизложенные исследовательские задачи:

1. Сформировать и протестировать развернутую систему индикаторов, обеспечивающих комплексную оценку степени экономической диверсификации и уровня цифровой зрелости региональных отраслевых комплексов [13; 14].
2. Эмпирически выявить ключевые факторы цифровой трансформации, формирующие новые отраслевые конфигурации региональных экономик, включая строительство инновационных производственных цепочек и динамику цифровых сервисов [10; 19].
3. Систематизировать и детально оценить ключевые препятствия, замедляющие цифровизацию традиционных секторов экономики и сдерживающие их технологическую диверсификацию [15; 16; 20].
4. Разработать прикладные рекомендации для региональных властных структур по формированию экосистем, снижающих выявленные институциональные барьеры и раскрывающих потенциал цифровой трансформации ради устойчивого, диверсифицированного, многоотраслевого роста.

Методы исследования

Работа опирается на тщательный количественный анализ, дополненный глубокой качественной интерпретацией.

Объект анализа — территориальные социально-экономические комплексы, характеризующиеся дифференцированной отраслевой конфигурацией. Предмет — детерминированные взаимосвязи между степенью цифровой трансформации и структурными сдвигами региональной хозяйственной системы.

Комплект инструментов анализа включает:

1. Индикаторный анализ: вычисление показателей диверсификации, включая индекс Херфиндаля–Хиршмана по структуре ОКВЭД, коэффициент специализации, а также интегральных метрик цифровой зрелости предприятий.
2. Эконометрическое моделирование: Формирование расширенных панельных регрессионных спецификаций для выявления и количественной оценки статистически значимого влияния цифровых и институциональных детерминант на динамику индекса диверсификации с учетом распределённых лаговых эффектов.
3. Кластерный анализ: Сегментация регионов по уровню зрелости цифровых технологий и экономической структуре для обнаружения типовых и уникальных поведенческих паттернов.

Эмпирическую платформу исследования составят статистические массивы Федеральной службы государственной статистики (Росстат), аналитические дайджесты Минцифры, а также профильные отраслевые обзоры за период 2015–2025 гг. Понятийная операционализация реализуется путем конструирования интегральных индексов, отражающих как инфраструктурную доступность технологий, так и фактическую их имплементацию в производственные цепочки.

Итоги исследования и детальное их обсуждение

Выполнена комплексная оценка регионального отраслевого профиля и степени цифровой зрелости территориальных хозяйственных систем. Дополнительно проанализирована эмпирическая панель, охватившая 50 субъектов РФ за 2015–2025 гг., что дало возможность предварительно выявить корреляцию между структурной диверсификацией экономики и уровнем цифровизации.

Уровень диверсификации хозяйства оценён посредством модифицированного индекса Херфиндаля–Хиршмана, рассчитанного по показателю добавленной стоимости, сформированной в пяти базовых макроотраслях экономики. По итогам регионы условно отнесены к трём группам (табл. 1).

Таблица 1

Ранжирование регионов по степени экономической диверсификации

Кластер	Комплексный индекс (уровня диверсификации)	Анализ характеристик ведущих отраслей	Типичные регионы
I (Низкая)	> 0.45 (Высокая концентрация)	Монопрофильные, сырьевые и высокоспециализированные индустриальные центры обработки.	Регионы с высокими объёмами добычи минеральных ресурсов.
II (Средняя)	0.30–0.45 — диапазон умеренной концентрации.	Гармоничное сочетание сырьевой базы, мощной переработки и эффективного госсектора.	Промышленные центры, сочетающие элементы сервисной экономики.
III (Высокая)	< 0.30 (Низкая концентрация)	Диверсифицированные сервисные рынки, устойчивое лидерство в ИТ-секторе, финансовой сфере и hi-tech индустрии.	Территории-флагманы, демонстрирующие передовое инновационное развитие.

Анализ трендов подтвердил, что 62 % территорий, входящих в Кластер I, сталкиваются с застойными явлениями и даже падением уровня диверсификации, хотя объёмы инвестиций продолжают расти; напротив, субъекты Кластера III последовательно наращивают показатель экономической сложности [13, С. 50-52; 15, С. 158-162].

Уровень цифровой зрелости территорий анализировался по трем взаимодополняющим субиндексам — качеству инфраструктурной базы, степени технологической адоптации и уровню цифровых компетенций персонала. Исследование показало, что в субъектах, отнесённых к Кластеру I с преобладанием сырьевого комплекса (в первую очередь нефтегазовых компаний), сформирована развитая телеком- и IT-инфраструктура, а также широко внедряются решения для автоматизации скважин, транспорта и переработки. При этом кадровый потенциал — наличие специалистов по data-analytics и машинному обучению — остаётся ограниченным, поскольку капиталовые вложения сконцентрированы на оптимизации существующих производственных цепочек, а не на создании новых цифровых продуктов [16, С. 95-98]. Напротив, территории Кластера III демонстрируют тесную синергию всех трёх показателей: здесь цифровая трансформация становится драйвером отраслевой диверсификации за счёт развития экспортируемых цифровых сервисов, востребованных как внутри региона, так и за его пределами [10, с. 690-695; 19, с. 75-80].

Выявление ключевых драйверов цифровой трансформации, поддерживающих диверсификацию (таблица 2).

Представлены выводы эконометрического анализа, показавшего факторы, оказывающие статистически подтверждённое позитивное влияние на повышение индекса территориальной диверсификации в условиях цифровой трансформации.

Кроме того, проведено исследование ключевых препятствий, затрудняющих цифровую диверсификацию (таблица 3).

Таблица 2

Основные факторы цифровой трансформации, ускоряющие региональную экономическую диверсификацию

№	Драйвер (Фактор Влияния)	Механизм влияния	Ключевые особенности региональных кластеров
1.	Активное развитие региональных цифровых платформ/экосистем	Оптимизация транзакционных затрат, упрощение межотраслевой кооперации и ускоренный выход на перспективные рынки.	Наиболее существенное влияние фиксируется в кластерах II и III.
2.	Вложения в цифровые навыки сотрудников (переподготовка)	Формирование мультидисциплинарных специалистов-гибридов (инженеров-аналитиков), способных реинжинирить актуальные процессы и проектировать востребованные инновационные продукты.	Ключевой катализатор, инициирующий динамическую трансформацию Кластера II в усложнённую архитектуру.
3.	Регуляторные «песочницы» и испытания технологических инноваций	Минимизация комплаенс-рисков и финансовых издержек при апробации прорывных бизнес-моделей, выходящих за рамки действующих нормативно-правовых требований.	Критически важен для всех кластеров, а в Кластере III особенно значим, поскольку ускоряет прорывные инновации.
4.	Расширяющееся внедрение цифровых инструментов в цепочках поставок	Рост сквозной видимости и адаптивности снабженческих цепей, что даёт малым предприятиям возможность органично встраиваться в масштабные производственные циклы.	Ключевой фактор для вертикально интегрированных сырьевых экономик (Кластер I), служащий отправной точкой дальнейшей диверсификации.

Таблица 3

Ключевые институциональные барьеры цифровой трансформации, сдерживающие региональную диверсификацию

№	Барьер	Кластеры с ярко выраженной структурой	Последствия для диверсификации
1.	Системная инерция организации и дефицит долгосрочной стратегии	Кластер I характеризуется преобладанием сырьевых и госкорпораций.	Цифровая трансформация сводится к автоматизации существующих процессов, а не к запуску новых направлений, усиливая моноспециализацию.
2.	Дисбаланс кадров: острая нехватка гибридных специалистов	Острый дефицит ресурсов в промышленных кластерах I и II	Отсутствие потенциала для адаптации и масштабного развёртывания цифровых решений после интеграции.
3.	Высокие затраты внедрения – серьёзный финансовый барьер	Сильнее проявляется в обрабатывающем секторе индустрии Кластера II.	Выведение из контекста цифрового преобразования, одновременное поддержание сегментно-ориентированной дифференциации.
4.	Устаревшее регуляторное поле	Охватывает сервисный сектор и перспективные цифровые индустрии (кластер III)	Уменьшение темпов формирования новых отраслей вследствие законодательных барьеров.

Проведённый анализ выявил негативные факторы, замедляющие структурную перестройку экономики при цифровизации. В сырьевом кластере цифровая трансформация укрепляет вертикальную интеграцию и не стимулирует горизонтальное расширение.

1. В обрабатывающей промышленности создаётся основа для диверсификации, но мешают организационные барьеры и дефицит компетенций [8; 16].

2. В сфере услуг цифровизация становится драйвером диверсификации благодаря низким входным барьерам и платформенной экономике. Уровень диверсификации определяется не самой цифровизацией, а её сочетанием с инфраструктурой и устранением институциональных барьеров.

3. В ресурсозависимых регионах цифровые решения закрепляют существующую специализацию, а не запускают новые ниши.[9; 10]

Ключевое значение имеют человеческий капитал и цифровые платформы — их вклад выше, чем прямые инвестиции в оборудование. Цифровая трансформация требует переосмысления бизнес-моделей, а не только обновления техники. Региональные стратегии должны стимулировать спрос на цифровые сервисы и формировать экосистемы их производства [7; 8].

Выводы

В рамках проведённого исследования было всесторонне изучено, как процессы цифровой трансформации воздействуют на региональные траектории экономической диверсификации; особое внимание уделялось идентификации профильных драйверов роста и институционально-технологических барьеров в разных отраслевых кластерах. Главный результат демонстрирует, что цифровизация не выполняет функцию «автоматического катализатора» диверсификации: её результативность строго определяется устоявшейся производственной матрицей территории и качеством институциональных регуляторов [2; 8; 16]. В ресурсодоминантных регионах (Кластер I) вложения в цифровые решения, как правило, усиливают текущую специализацию посредством прироста операционной производительности, но практически не запускают формирование новых, менее ресурсоёмких направлений.

Ключевыми драйверами прогресса выступают аспекты, опирающиеся на человеческий капитал и кооперацию. Эмпирически доказано, что формирование региональных цифровых экосистем и вложения в гибридные компетенции на стыке инженерных дисциплин и data science заметно сильнее ускоряют динамику экономической сложности, чем прямые вложения в «железо» и инфраструктуру [5; 9; 20, с. 112-115]. Следовательно, приоритет смещается в сторону «софт-факторов» цифровой трансформации. При этом главные барьеры лежат вне технологий: организационная инерция крупных корпораций и хронический дефицит мультидисциплинарных кадров тормозят масштабирование инноваций [7; 15; 16].

Практические меры должны носить дифференцированный характер. Региональная стратегия стоит перенаправить акцент с прямого субсидирования оборудования на поддержку развития экосистемных цифровых платформ, упрощающих интеграцию, и на целенаправленное наращивание компетенций человеческого капитала. Ликвидация институциональных и кадровых барьеров – ключевое условие, превращающее цифровую трансформацию в драйвер сбалансированного устойчивого роста, а не усиления структурной зависимости.

Литература

1. Romer P. M. (1990). Endogenous technological change: a seminal contribution to endogenous growth theory. Journal of Political Economy, 98(5, Part 2, Supplement), S71–S102. – DOI: 10.1086/261725.

2. Hausmann, R.; Hidalgo, C. A. The Atlas of Economic Complexity: Revealing Hidden Productive Capabilities and Comparative Advantages. – New York: Cambridge University Press, 2014. – 352 p. – DOI: 10.7551/mitpress/9647.001.0001.

3. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations: an exploration of national competitive strategy. – New York: Free Press, 1990. – 624 p. – DOI: 10.1002/cir.3880010112.

4. Jacobs, J. Cities and the Nature of Society : urban sociology. – New York : Random House, 1969. – 358 p.

5. Acemoglu, D.; Autor, D.; Hazell, J.; Restrepo, P. Artificial Intelligence and the Labour Market: Evidence Drawn from Online Job Postings and Vacancies // NBER Working Paper Series. – 2018. – No. 24824. – DOI: 10.3386/w24824.

6. Foray, D. Digital Transformation: Crafting a Policy Agenda for Digital Innovation in Europe. – Brussels : European Commission, 2015. – 48 p.

7. Brenner, Neil. New State Spaces: Urban Governance and Statehood Rescaling Processes. – Oxford: Oxford University Press, 2004. – 304 pages. – DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199270057.001.0001.

8. Fagerberg, J. The interplay of technological progress and regional development // Structural Change and Economic Dynamics. – 2003. – Vol. 14, Issue 4. – P. 381–401. – DOI: 10.1007/s00191-003-0144-1.

9. Gabe B. и соавт. Цифровые технологии как драйвер регионального экономического развития: расширенный обзор литературы // Regional Studies. 2021. Т. 55, № 1. С. 1–12. – DOI: 10.1093/cjres/rsab012.

10. Dunning, T. L. Digital Transformation and Regional Resilience: A Comparative Examination of Adaptive Capacity // Growth and Change. – 2022. – Vol. 53, No. 3. – Pp. 687–705. – DOI: 10.1111/grow.12589.

11. Petrakis P. E., Stamatopoulos G. дают развернутый обзор исследований о том, как экономическая диверсификация стимулирует региональное развитие (Regional Studies, 2017, vol. 51, no. 10, pp. 1405–1418).

12. Imbriani C., Pellegrini G. Industrial Complexity and the Adaptive Resilience of Regional Economies to Shocks // Journal of Economic Geography. – 2020. – Vol. 20, No. 2. – pp. 371–398.

13. Иванов В. В. Методологические подходы к измерению диверсификации региональной экономики в условиях структурной перестройки // Экономист. – 2019. – № 5. – С. 45–57.

14. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». — Москва: Министерство цифрового развития РФ, 2019. — 94 стр.

15. Минаков А. В., Смирнов В. В. Исследуют, как уровень развития и доступности инфраструктуры информационно-коммуникационных технологий формирует масштабы межрегиональной экономической дифференциации // Пространственная экономика. 2021. Т. 17, № 4. С. 148–165. - EDN: UBHGGB.

16. Колесникова Е. Н. анализирует институциональные ограничения, тормозящие цифровую трансформацию сырьевых (ресурсодобывающих) регионов России // Вестн. МГУ, серия 6 «Экономика», 2022, № 1, с. 88–105. – DOI: 10.38050/01300105202215.

17. Сорокин К. С. Исследование влияния цифровых платформ на зарождение новых межсекторных взаимодействий в регионах // «Инновации и экономика». – 2020. – № 3 (28). – С. 72–81. - EDN: ZGOTJD.

18. Гринберг Р. С. и Макаров В. Н. исследуют влияние человеческого капитала на способность отечественной индустрии адаптироваться к технологическим шокам // Вопросы экономики. – 2021. – № 7. – С. 95–112. – DOI: 10.32609/0042-2021-7-95-112.

19. Кузык, Н. П. Цифровая трансформация и структурная перестройка региональной экономики: анализ регионов-доноров // Пространственная экономика. – 2022. – Т. 18, N 2. – С. 88–107. – EDN: WZQJPE.

20. Сухих, В. А., Урядов, К. Н. Человеческий капитал в условиях цифровизации: региональное измерение // Экономика и управление. – 2020. – № 9 (179). – С. 104–115. – EDN: QOYRPG.

21. Бессонов, В. А. Оценка эффекта от цифровизации на производительность труда в обрабатывающей промышленности России // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2022. – № 2 (54). – С. 112–134. – EDN: XGJQWE.

The impact of digital transformation on regional economic diversification: an analysis of barriers and drivers for industry complexes

Mikhailenko A.R., Rodionov A.V., Kovalenko T.I., Chalenko V.V.
Lugansk State University named after Vladimir Dahl

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Research issue: Amid the accelerating wave of digital transformation, pronounced territorial disproportions in socio-economic progress persist, manifesting themselves in a narrow sectoral profile of many regional production systems. Therefore, it is crucial to catalogue the catalysts that speed up the shift toward a poly-sectoral economic architecture as well as the forces that, in spite of available technological solutions, continue to inhibit this shift. To date, the way industry-specific obstacles modulate the integral influence of digitalisation on a region's economic complexity remains underexplored. **Methodological framework:** The study adopted a convergent design that combined classical econometrics and elements of data science. We constructed a balanced panel for all subjects of the Russian Federation covering 2015-2025 and designed two composite indicators: (1) a Digital Maturity Index for industrial clusters and (2) a Regional Diversification Index capturing changes in product-space variety. Multivariate and fixed-effects regressions were applied to quantify the roles of infrastructure quality, institutional density and regulatory stimuli. **Empirical findings:** The analysis revealed that the pivotal engines of diversification are less related to the scale of capital inflows and more to the formation of robust digital platforms, the diffusion of Industry 4.0 solutions and intensive upskilling trajectories inside legacy sectors. Conversely, the strongest inhibitors are organisational inertia, path dependence in managerial routines and a chronic shortage of cross-functional competencies. **Practical relevance:** Insights obtained may inform the design of regional development roadmaps and targeted industrial-policy toolkits. Recommended measures focus on re-engineering governance models, strengthening digital talent pipelines and embedding interdisciplinary training modules, which together should amplify the return on public digital-investment programmes and foster resilient, balanced economic growth.

Keywords: digital transformation, regional economic systems, sectoral diversification, industrial ecosystems, constraints, growth levers, talent capital, institutional framework

References

1. Romer P. M. (1990). Endogenous technological change: a seminal contribution to endogenous growth theory. Journal of Political Economy, 98(5, Part 2, Supplement), S71–S102. – DOI: 10.1086/261725.
2. Hausmann, R.; Hidalgo, C. A. The Atlas of Economic Complexity: Revealing Hidden Productive Capabilities and Comparative Advantages. – New York: Cambridge University Press, 2014. – 352 p. – DOI: 10.7551/mitpress/9647.001.0001.
3. Porter, M. E. The Competitive Advantage of Nations: an exploration of national competitive strategy. – New York: Free Press, 1990. – 624 p. – DOI: 10.1002/cir.3880010112.
4. Jacobs, J. Cities and the Nature of Society : urban sociology. – New York : Random House, 1969. – 358 p.
5. Acemoglu, D.; Autor, D.; Hazell, J.; Restrepo, P. Artificial Intelligence and the Labour Market: Evidence Drawn from Online Job Postings and Vacancies // NBER Working Paper Series. – 2018. – No. 24824. – DOI: 10.3386/w24824.
6. Foray, D. Digital Transformation: Crafting a Policy Agenda for Digital Innovation in Europe. – Brussels : European Commission, 2015. – 48 p.
7. Brenner, Neil. New State Spaces: Urban Governance and Statehood Rescaling Processes. – Oxford: Oxford University Press, 2004. – 304 pages. – DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199270057.001.0001.
8. Fagerberg, J. The interplay of technological progress and regional development // Structural Change and Economic Dynamics. – 2003. – Vol. 14, Issue 4. – P. 381–401. – DOI: 10.1007/s00191-003-0144-1.
9. Gabe B. and co-authors. Digital technologies as a driver of regional economic development: an expanded literature review // Regional Studies. 2021. Vol. 55, No. 1. pp. 1-12. – DOI: 10.1093/cjres/rsab012.
10. Dunning, T. L. Digital Transformation and Regional Resilience: A Comparative Examination of Adaptive Capacity // Growth and Change. – 2022. – Vol. 53, No. 3. – Pp. 687-705. – DOI: 10.1111/grow.12589.
11. Petrakis P. E., Stamatopoulos G. provide a detailed review of research on how economic diversification stimulates regional development (Regional Studies, 2017, vol. 51, No. 10, pp. 1405-1418).
12. Imbriani C., Pellegrini G. Industrial Complexity and the Adaptive Resilience of Regional Economies to Shocks // Journal of Economic Geography. 2020. Vol. 20, No. 2. pp. 371-398.
13. Ivanov V. V. Methodological approaches to measuring the diversification of the regional economy in the context of structural adjustment // The Economist, 2019, No. 5, pp. 45-57.
14. National Program "Digital Economy of the Russian Federation". Moscow: Ministry of Digital Development of the Russian Federation, 2019. 94 p.
15. Minakov A.V., Smirnov V. V. Explore how the level of development and accessibility of information and communication technology infrastructure shapes the scale of interregional economic differentiation. Spatial Economics. 2021. Vol. 17, No. 4. pp. 148-165. - EDN: UBHGGB.
16. Kolesnikova E. N. analyzes the institutional constraints hindering the digital transformation of the raw (resource-producing) regions of Russia // Vestn. Moscow State University, series 6 "Economics", 2022, No. 1, pp. 88-105. – DOI: 10.38050/01300105202215.
17. Sorokin K. S. Investigation of the impact of digital platforms on the emergence of new intersectoral interactions in the regions // "Innovations and Economics". – 2020. – № 3 (28). – Pp. 72-81. - EDN: ZGOTJD.
18. Grinberg R. S. and Makarov V. N. investigate the impact of human capital on the ability of the domestic industry to adapt to technological shocks // Economic issues. – 2021. – No. 7. – pp. 95-112. – DOI: 10.32609/0042-2021-7-95-112.
19. Kuzyk, N. P. Digital transformation and structural restructuring of the regional economy: analysis of donor regions // Spatial Economics. – 2022. – Vol. 18, No. 2. – pp. 88-107. – EDN: WZQJPE.
20. Sukhoi, V. A., Uryadov, K. N. Human capital in the context of digitalization: a regional dimension // Economics and management. – 2020. – № 9 (179). – Pp. 104-115. – EDN: QOYRPG.
21. Bessonov, V. A. Assessment of the effect of digitalization on labor productivity in the Russian manufacturing industry // Journal of the New Economic Association. – 2022. – № 2 (54). – Pp. 112-134. – EDN: XGJQWE.

Экономическая турбулентность как фактор трансформации механизмов поддержки малого бизнеса в Российской Федерации

Орловский Максим Константинович
аспирант, Факультет государственного и муниципального управления, Московский финансово-промышленный университет «Синергия»», maksorlovskiy@gmail.com

Статья посвящена анализу влияния экономической турбулентности с 2022 года на трансформацию механизмов поддержки малого бизнеса в Российской Федерации. Эмпирическая база сформирована на официальных источниках: месячном ряде Банка России «Инфляция и ключевая ставка» за 01.2022–02.2026 и открытых данных ФНС России по Единому реестру субъектов МСП — получателей поддержки. Турбулентность операционализируется через композитный индекс, основанный на стандартизированных модулях месячных изменений ключевой ставки и инфляции, что позволяет выделять периоды наиболее резких сдвигов условий. Данные ФНС используются для описания динамики и структуры зафиксированных фактов поддержки по типам получателей и категориям МСП. Результаты показывают, что в турбулентной среде возрастает цена административных лагов и ошибок адресности: меры, предоставленные с задержкой, слабее выполняют стабилизационную функцию, а универсальные инструменты повышают риск размывания эффекта. Сформулированы рекомендации по модернизации поддержки МСП: разделение портфеля на быстрый стабилизационный и адаптационный контуры, снижение транзакционных издержек доступа к мерам, применение адаптивных правил настройки параметров по официальным макро-триггерам и развитие управленческих KPI с учетом региональной неоднородности. Отдельно учитывается межрегиональная неоднородность развития предпринимательской среды.

Ключевые слова: экономическая турбулентность, малый бизнес, МСП, государственная поддержка, ключевая ставка, инфляция, факты поддержки, адресность, региональная неоднородность.

Введение

В последние годы российская экономика функционирует в условиях высокой степени неопределенности. Для малого бизнеса это означает одновременный рост стоимости привлечения средств и повышенную изменчивость ключевых параметров, влияющих на спрос и издержки. Малые предприятия чаще ограничены в доступе к финансовым ресурсам, обладают меньшим запасом ликвидности и слабее диверсифицируют выручку, поэтому быстрее реагируют на шоки. Даже краткосрочные ухудшения условий способны приводить к кассовым разрывам и вынужденному сокращению деятельности.

Государственная поддержка малого бизнеса в таких условиях выполняет две взаимосвязанные функции. Стабилизационная функция направлена на смягчение краткосрочных шоков и предотвращение цепных эффектов через занятость и локальные рынки. Адаптационная функция связана с перестройкой бизнес-процессов, изменением рынков и цепочек поставок, снижением уязвимости к повторяющимся изменениям условий. В режиме турбулентности возрастает цена времени: меры, предоставленные с запозданием, теряют часть антикризисного эффекта. Поэтому требования к оперативности, простоте и предсказуемости процедур становятся критическими.

Актуальность темы усиливается межрегиональной неоднородностью России. Даже при единой федеральной системе поддержки различия регионов по структуре экономики, плотности предпринимательской среды, уровню цифровизации и административной емкости способны приводить к различной фактической доступности мер и различной скорости предоставления поддержки. Следовательно, анализ должен рассматривать поддержку не только как набор инструментов, но и как управляемую систему с мониторингом, стандартами сервиса и адаптивной настройкой параметров.

Цель статьи - выявить, каким образом турбулентность с 2022 года трансформирует требования к механизмам поддержки малого бизнеса, и обосновать направления модернизации системы поддержки. Задачи исследования включают количественную диагностику турбулентности на официальных данных Банка России, анализ динамики и структуры фактов поддержки по данным ФНС, интерпретацию результатов для проектирования быстрого и адаптационного контуров поддержки, а также формирование предложений по адаптивным правилам настройки параметров мер и KPI администрирования.

Литературный обзор

В исследованиях по развитию малого и среднего предпринимательства поддержка МСП рассматривается как инструмент сохранения занятости, поддержания конкурентной среды и диверсификации региональных экономик. В условиях повышенной неопределённости усиливается роль гибких механизмов поддержки, которые снижают барьеры доступа к финансированию и компенсируют рост транзакционных издержек.

Период после 2022 года актуализировал подход, в котором наряду с «уровнем» макроусловий анализируется их «изменчивость». Резкие изменения ключевой ставки и инфляции сокращают горизонт планирования и повышают риск кассовых разрывов у малых предприятий. Следовательно, возрастает значение оперативных мер ликвидности, цифровых процедур предоставления поддержки и управленческих KPI в разрезе регионов.

Методологические подходы к расчёту и интерпретации индекса потребительских цен представлены в официальных материалах Росстата [5]. Актуальные инструменты и инфраструктура государственной поддержки МСП, включая цифровые сервисы и навигацию по мерам, отражены в материалах Минэкономразвития России и АО «Корпорация МСП» [1, 3].

Материалы и методы

Эмпирическая база сформирована исключительно на официальных источниках. Макроусловия описываются месячным рядом Банка России «Инфляция и ключевая ставка Банка России» за 01.2022–02.2026 [2]. Поддержка малого бизнеса анализируется по открытым данным ФНС России о фактах предоставления поддержки из Единого реестра субъектов МСП - получателей поддержки [6].

Для операционализации турбулентности используется индекс $Tt = z(|\Delta rt|) + z(|\Delta \pi t|)$, где rt - ключевая ставка, πt - инфляция (ИПЦ, % г/г), Δ -

месячное приращение, z (·) - стандартизация. Индекс фиксирует интенсивность изменения условий и позволяет выделять периоды максимальной изменчивости, когда требования к скорости и снижению процедурных барьеров для поддержки возрастают.

По данным ФНС анализируются годовые объемы фактов поддержки, месяцы максимальной активности, а также структура фактов поддержки по виду получателя (юридические лица, ИП, физлица на НПД, главы КФХ) и по категории субъекта МСП (микро-, малые, средние, категория отсутствует). Структурные показатели рассчитываются как доли внутри года. Важно отметить, что реестр отражает факты предоставления поддержки и не измеряет эффекты на уровне предприятия; поэтому результаты интерпретируются как диагностика масштаба и профиля поддержки и как основание для управленческих выводов о настройке механизмов.

Результаты

На интервале 01.2022–02.2026 среднее значение ключевой ставки составило 14.58% годовых (минимум 7.50%, максимум 21.00%). Средняя инфляция (ИПЦ, % г/г) составила 9.09% (минимум 2.31%, максимум 17.83%). Средний разрыв инфляции от цели 4% равен 5.09 п.п.

Для малого бизнеса важны не только уровни показателей, но и скорость их изменения. Резкие изменения ставки и инфляции сокращают горизонт планирования и повышают вероятность кассовых разрывов. Это повышает ценность инструментов, которые могут быстро смягчать давление на ликвидность, а также усиливает требования к предсказуемости процедур предоставления помощи.

Рисунок 1. Ключевая ставка Банка России, 01.2022–02.2026 [2].

Из рисунка 1 видно, что в 2022–2026 гг. траектория ключевой ставки характеризовалась резкими изменениями, что усиливало неопределенность условий финансирования для малого бизнеса.

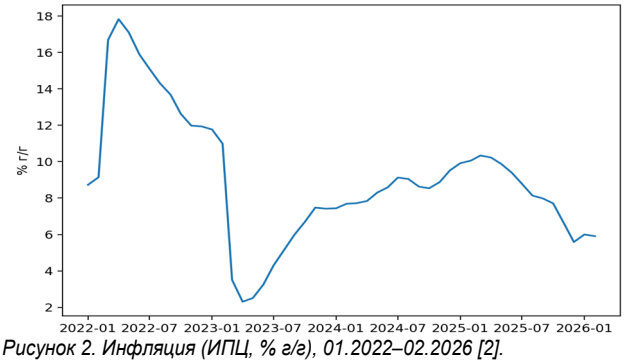


Рисунок 2. Инфляция (ИПЦ, % г/г), 01.2022–02.2026 [2].

Согласно рисунку 2, инфляция в исследуемый период также оставалась нестабильной, что повышало неопределенность в части издержек, ценовой политики и потребности предприятий в оборотном капитале

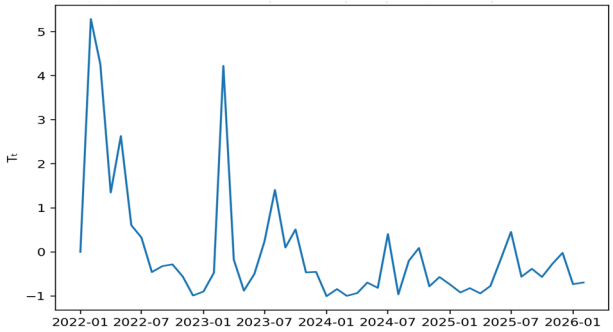


Рисунок 3. Индекс турбулентности 01.2022–02.2026 [2].

Рисунок 3 показывает, что пики турбулентности приходятся на периоды наиболее резких изменений макроэкономических параметров; именно в такие моменты особенно возрастает значимость оперативности и адресности мер поддержки.

Таблица 1

Годовые статистики макроусловий (Банк России) [2]

Год	Ср. ставка	Мин. ставка	Макс. ставка	Ср. инфляция	Мин. инфляция	Макс. инфляция	Ср. разрыв от цели	Ср. турбулентность	Макс. турбулентность
2022.000	11.000	7.500	20.000	13.752	8.730	17.830	9.752	0.987	5.287
2023.000	10.375	7.500	16.000	5.948	2.310	11.770	1.948	0.219	4.224
2024.000	17.833	16.000	21.000	8.444	7.440	9.520	4.444	-0.610	0.405
2025.000	18.917	16.000	21.000	8.723	5.590	10.340	4.723	-0.476	0.454
2026.000	15.750	15.500	16.000	5.955	5.910	6.000	1.955	-0.714	-0.695

Поддержка МСП по данным ФНС

Факты поддержки, отражаемые в реестре ФНС, позволяют оценивать масштаб предоставления мер и изменения профиля получателей. Рисунок 4 показывает помесячную динамику фактов поддержки. Пики могут отражать как изменение активности предоставления мер, так и особенности административных циклов (например, пакетное внесение сведений).

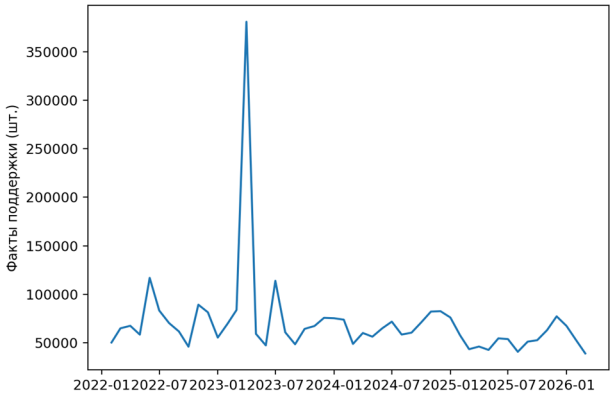


Рисунок 4. Факты поддержки по месяцам [6].

Как видно из рисунка 4, помесячная динамика фактов поддержки неравномерна, что может отражать как изменение интенсивности предоставления мер, так и особенности административных циклов внесения сведений.

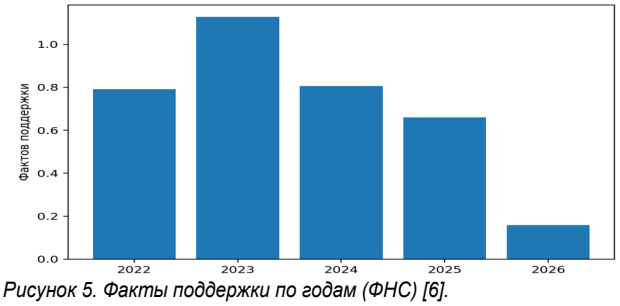


Рисунок 5. Факты поддержки по годам (ФНС) [6].

По рисунку 5 видно, что после роста в 2023 г. число зафиксированных фактов поддержки снизилось в 2024–2025 гг., что требует дальнейшей интерпретации с учетом состава мер и особенностей учета.

Таблица 2

Итоги по фактам поддержки по годам (ФНС) [6]

Год	Фактов поддержки	В среднем в месяц	Темп прироста к пред. году
2022.000	790636.000	71876.000	nan
2023.000	1127685.000	93974.000	0.426
2024.000	806492.000	67208.000	-0.285
2025.000	659898.000	54992.000	-0.182
2026.000	158992.000	52997.000	-0.759

Таблица 3

Месяцы с максимальным числом фактов поддержки (ФНС) [6]

Месяц	Фактов поддержки
2023-04	380831
2022-06	116979

2023-07	113922
2022-11	89327
2023-03	83891
2022-07	83317
2024-12	82642
2024-11	82233
2022-12	81461
2025-12	77318

Структура поддержки по виду получателя показывает, кто является основным адресатом мер в терминах организационно-правового статуса: юридические лица, индивидуальные предприниматели, самозанятые на НПД, главы КФХ. Структура по категории МСП фиксирует статус предприятия на дату решения (микро/малое/среднее), а также случаи отсутствия категории МСП.

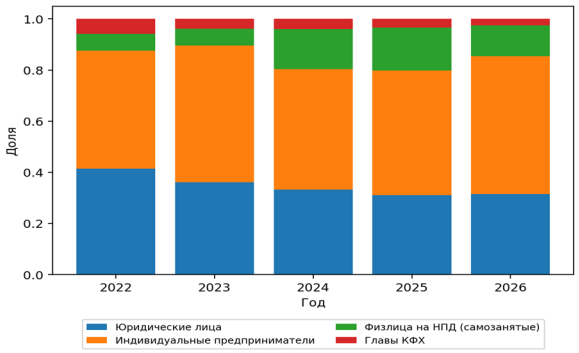


Рисунок 6. Структура фактов поддержки по виду получателя, доля по годам (ФНС) [6].

Рисунок 6 показывает, что основную долю получателей поддержки формируют индивидуальные предприниматели и юридические лица, при этом в 2024–2026 гг. возрастает доля физических лиц на НПД.

Таблица 4
Доля фактов поддержки по виду получателя (ФНС) [6]

Год	Юридические лица	Индивидуальные предприниматели	Физлица на НПД (самозанятые)	Главы КФХ
2022.000	41.4%	46.2%	6.6%	5.9%
2023.000	36.1%	53.4%	6.6%	3.8%
2024.000	33.3%	47.0%	15.7%	4.0%
2025.000	31.1%	48.6%	16.8%	3.5%
2026.000	31.5%	53.9%	12.0%	2.5%

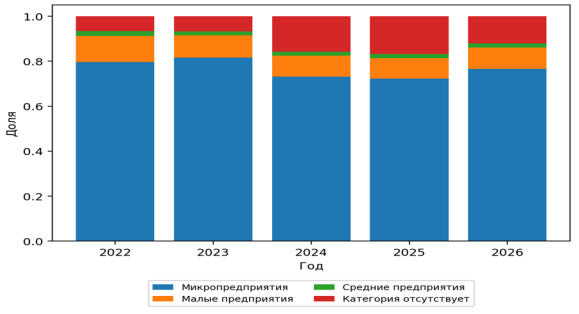


Рисунок 7. Структура фактов поддержки по категории МСП, доля по годам (ФНС) [6].

Согласно рисунку 7, в структуре фактов поддержки преобладают микропредприятия, тогда как рост доли категории «отсутствует» требует отдельной интерпретации с учетом состава реестра.

Таблица 5
Доля фактов поддержки по категории МСП (ФНС) [6]

Год	Микропредприятия	Малые предприятия	Средние предприятия	Категория отсутствует
2022.000	79.7%	11.5%	2.2%	6.6%
2023.000	81.7%	9.8%	1.8%	6.6%
2024.000	73.2%	9.3%	1.7%	15.7%
2025.000	72.3%	9.1%	1.8%	16.8%
2026.000	76.6%	9.5%	1.8%	12.0%

Для корректной интерпретации «категории отсутствует» важно учитывать состав реестра. Реестр получателей поддержки охватывает поддержку не только субъектов МСП, но и иных категорий получателей, в том числе физических лиц. В частности, факты поддержки, относящиеся к самозанятым на НПД, могут сопровождаться отсутствием категории МСП на дату решения. Поэтому рост доли «категории отсутствует» следует трактовать как изменение состава получателей/фактов поддержки в реестре, а не как изменение структуры МСП как такового.

Обсуждение

Сопоставление макроусловий и статистики фактов поддержки позволяет сформулировать ключевые требования к механизмам поддержки в турбулентной среде.

Во-первых, возрастает цена временных лагов. Пики турбулентности означают, что условия меняются быстрее, чем традиционные циклы корректировки программ. Это требует наличия «быстрого контура» поддержки: типовых инструментов ликвидности с минимальными барьерами доступа и цифровой подачей, которые могут активироваться при превышении порогов по официальным макро-маркерам (например, рост индекса T_t).

Во-вторых, усиливается роль адресности. Турбулентность увеличивает неоднородность внутри сектора: часть предприятий испытывает ликвидностные ограничения, часть — давление издержек, часть — сжатие спроса. Универсальные меры повышают риск размывания эффекта, тогда как чрезмерно жёсткие критерии допуска исключают уязвимые группы. Следовательно, целесообразно разделить портфель на стабилизационный контур (короткий горизонт, быстрые решения) и адаптационный контур (средний горизонт, экспертиза и оценка результата).

В-третьих, межрегиональная неоднородность требует стандартизации сервиса. Различия регионов по инфраструктуре поддержки и административной емкости могут приводить к разной скорости обработки заявок и разной фактической доступности мер. Управленческая задача — ввести сопоставимые KPI (срок рассмотрения, доля автоматических решений, доля отказов и причины отказов) и стандарты сервисных уровней по ключевым инструментам, дополнив их региональным мониторингом.

Направления модернизации механизмов поддержки

На основе результатов предлагаются направления модернизации, ориентированные на повышение адаптивности и управляемости портфеля мер поддержки.

1) Адаптивная настройка параметров мер по официальным макро-триггерам. Речь идет о регламентном изменении параметров (лимиты, сроки, требования к пакету документов) при наступлении заранее определённых условий, наблюдаемых по официальным данным (динамика ставки, инфляции, индекс турбулентности). Это повышает предсказуемость для бизнеса и снижает долю ручных решений.

2) Сокращение транзакционных издержек и ускорение «доставки» поддержки. Для стабилизационных мер критичны сроки, поэтому ключевые элементы — цифровая подача, унификация требований, использование данных государственных реестров для подтверждения статуса, расширение автоматических проверок.

3) Разделение портфеля на стабилизационный и адаптационный контуры. Стабилизационные меры должны быть быстрыми и ограниченными по времени; адаптационные — требовать более строгих критериев и оцениваться по результатам на более длинном горизонте.

4) Встроенное региональное измерение. Необходимы стандарты сервисных уровней по ключевым инструментам и сопоставимый региональный мониторинг. Региональная компонента также может использоваться для настройки адресности: например, корректировать параметры мер с учетом различий регионов по структуре экономики и доступности финансовой инфраструктуры.

Таблица 6
Пример матрицы «сигналы турбулентности → управленческие решения по поддержке»

Триггер/сигнал	Что означает для МСП	Пример управленческого решения
Резкий рост изменчивости финансовых условий (пик индекса турбулентности)	Риск кассовых разрывов и рост неопределённости	Активировать быстрые меры ликвидности; упростить пакет документов; ускорить рассмотрение
Ускорение инфляции и рост разрыва от цели	Рост издержек и потребности в оборотном капитале	Сместить акцент на оборотное финансирование; увеличить гибкость сроков/лимитов краткосрочных инструментов
Ужесточение условий фондирования (высокий уровень ставки)	Повышение стоимости капитала и долговой нагрузки	Расширить гарантийные механизмы; временно корректировать параметры льготного финансирования
Рост доли самозанятых среди получателей	Смещение спроса на поддержку в сегмент НПД	Адаптировать каналы информирования/подачи; уточнять критерии таргетирования по типам деятельности

Таблица 7
Риски антикризисной поддержки и меры их снижения

Риск	Следствие	Мера снижения
Запаздывание поддержки	Снижение стабилизационного эффекта	SLA по срокам; типовые решения; цифровизация процедур
Размывание адресности	Ресурс рассеивается и теряет эффект	Разделение контуров; таргетирование; контроль повторяемости фактов поддержки
Региональная асимметрия доступа	Неравная фактическая доступность мер	Стандарты сервиса; региональный мониторинг; поддержка инфраструктуры в слабых регионах
Инерционность портфеля мер	Сохранение мер без связи с ограничениями	Короткие циклы пересмотра параметров; прекращение низкоэффективных мер

Заключение

Экономическая турбулентность с 2022 года усиливает требования к механизмам поддержки малого бизнеса: возрастают ценность скорости, предсказуемости процедур и качества адресности. Индикаторный подход на официальных данных Банка России позволяет формализовать режим турбулентности и выделять периоды максимальной изменчивости условий. Открытые данные ФНС по фактам поддержки обеспечивают наблюдаемость структуры получателей и динамики объёмов предоставления мер.

Практический вывод состоит в необходимости адаптивной архитектуры поддержки: «быстрый» стабилизационный контур должен активироваться по официальным макро-триггерам и иметь минимальные барьеры доступа, тогда как адаптационный контур должен сопровождаться экспертизой и оценкой результатов на более длинном горизонте. Межрегиональная неоднородность требует стандартов сервиса и сопоставимых KPI по субъектам РФ.

Литература

1. АО «Корпорация МСП». Сервисы и меры поддержки для предпринимателей: офиц. сайт [Электронный ресурс]. — URL: https://corpmsp.ru/ (дата обращения: 10.04.2026).
2. Банк России. Инфляция и ключевая ставка Банка России: статистическая база данных [Электронный ресурс]. — URL: https://www.cbr.ru/hd_base/infl/ (дата обращения: 10.04.2026).
3. Минэкономразвития России. Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы: офиц. сайт [Электронный ресурс]. — URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoy_iniciativy/ (дата обращения: 10.04.2026).
4. Официальный интернет-портал правовой информации. Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — URL: https://pravo.gov.ru/ (дата обращения: 10.04.2026).
5. Росстат. Руководство по индексам потребительских цен (ИПЦ) [Электронный ресурс]. — URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cpi_ru%283%29.pdf (дата обращения: 10.04.2026).
6. НС России. Открытые данные: 7707329152-rsmppp (Единый реестр субъектов МСП — получателей поддержки) [Электронный ресурс]. — URL: https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-rsmppp/ (дата обращения: 10.04.2026).
7. ФНС России. Описание структуры набора данных 7707329152-rsmppp (формат VO_SVMSP v4.04) [Электронный ресурс]. — URL: https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-rsmppp/ (дата обращения: 10.04.2026).

Economic turbulence as a factor of transforming sme support mechanisms in Russia (2022–2026)

Orlovskiy M.K.
Moscow Financial and Industrial University «Synergy»

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The paper examines how economic turbulence since 2022 has reshaped the requirements for public support mechanisms for small businesses in the Russian Federation. The empirical base relies on official sources: the Bank of Russia monthly series “Inflation and Key Rate” and the Federal Tax Service open data register of SME support recipients. Turbulence is operationalized through a composite index based on the absolute monthly changes in the key rate and inflation, enabling the identification of peak periods of rapidly changing conditions. The FTS register data are used to describe the dynamics and recipient structure of recorded support events. The findings highlight the increasing cost of administrative delays and targeting errors under turbulence, supporting recommendations focused on fast liquidity instruments, lower transaction costs, adaptive parameter rules, and governance KPIs [2, 6].

Keywords: economic turbulence, small business, SMEs, public support, key rate, inflation, support events, targeting, regional heterogeneity.

References

1. JSC "SME Corporation". Services and support measures for entrepreneurs: official website [Electronic resource]. — URL: https://corpmsp.ru / (date of issue: 04/10/2026).
2. Bank of Russia. Inflation and the key rate of the Bank of Russia: statistical database [Electronic resource]. — URL: https://www.cbr.ru/hd_base/infl / (date of access: 04/10/2026).
3. The Ministry of Economic Development of Russia. Small and medium-sized enterprises and support for individual entrepreneurial initiatives: official website. website [Electronic resource]. — URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/nacionalnyy_proekt_maloe_i_srednee_predprinimatelstvo_i_podderzhka_individualnoy_predprinimatelskoy_iniciativy / (date of access: 04/10/2026).
4. The official Internet portal of legal information. Federal Law No. 209-FZ dated 07/24/2007 "On the Development of small and medium-sized Businesses in the Russian Federation" [Electronic resource]. — URL: https://pravo.gov.ru / (date of access: 04/10/2026).
5. Rosstat. Guide to Consumer Price indices (CPI) [Electronic resource]. — URL: https://www.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/cpi_ru%283%29.pdf (date of request: 04/10/2026).
6. The Federal Tax Service of Russia. Open data: 7707329152-rsmppp (Unified Register of SME entities — recipients of support) [Electronic resource]. — URL: https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-rsmppp / (date of reference: 04/10/2026).
7. Federal Tax Service of Russia. Description of the structure of the 7707329152-rsmppp data set (VO_SVMSP v4.04 format) [Electronic resource]. — URL: https://www.nalog.gov.ru/opendata/7707329152-rsmppp / (date of access: 04/10/2026).

Региональный аспект поддержки семей с детьми в условиях демографических вызовов в России

Почекутова Елена Николаевна
к.э.н., доцент базовой кафедры антимонопольного и тарифного регулирования рынков ФАС, Сибирский федеральный университет,

Зельцер Александра Игоревна
специалист центра дополнительного профессионального образования государственных и муниципальных служащих, Сибирский федеральный университет

Построение эффективной системы поддержки семей с детьми, направленной на преодоление бедности, создание благоприятных условий для жизнедеятельности и стимулирования рождаемости в России является приоритетной задачей государства. В последние годы был принят ряд значимых законодательных инициатив, которые существенно расширили перечень мер материальной помощи: от единовременных пособий при рождении ребенка до масштабных программ, таких как материнский капитал, а также ежемесячные выплаты на детей от 3 до 7 и от 8 до 17 лет. Сформировалась многоуровневая система поддержки, требующая комплексного и непрерывного анализа.
В данном контексте оценка эффективности системы материальной помощи семьям с детьми приобретает ключевое значение. Она позволяет перейти от оценки исключительно объемов выделяемых финансовых ресурсов к анализу реальных социально-экономических результатов и их соответствия поставленным целям. Эффективный мониторинг должен давать ответы на принципиальные вопросы: насколько адресно и целесообразно расходуются бюджетные средства, в какой мере выплаты обеспечивают достаточный уровень жизни, действительно ли они сокращают масштабы детской бедности и не создают ли при этом негативных стимулов, снижающих экономическую активность населения.
Ключевые слова: семьи с детьми, пособия, государственная поддержка, бюджет, регион.

Введение

Расходы федерального и региональных бюджетах ежегодно предусматриваются финансирование мер поддержки детей. Согласно отчету о финансовых аспектах социальной политики в области детства за 2024 г. Научно-исследовательского финансового института Министерства финансов Российской Федерации, в последние годы расходы государства на детей росли существенно быстрее инфляции [1]. Так, если в 2021 г. детский бюджет в России составлял 1,7 трлн руб., то 2026 г. – это уже 3,9 трлн руб. Ежегодно траты на детей из федерального бюджета составляют около 10 % всех расходов страны. Эта сумма уступает только расходам на оборону и на правоохранительную деятельность. Также в 2024 г. расходы на одного ребенка в целом по России составили 314 тыс. руб., для сравнения в 2023 г. этот показатель был 285 тыс. руб.

Важно отметить, что значительная доля расходов региональных бюджетов идет на финансирование работы школ и детских садов. За 2024 г. плановые расходы регионов на них составили 4,5 трлн руб. В последние три года эта цифра остается более-менее стабильной. Однако уровень финансирования системы образования и социальной поддержки семей с детьми зависит от уровня социально-экономического развития конкретного региона. Высокие или близкие к тому показатели наблюдаются в отдельных субъектах страны, в основном это средние и ниже среднего.

Основная часть

Согласно данным ежегодного мониторинга НИФИ Минфина России «Детского бюджета», в 2024 г. лишь 5 из 85 субъектов Российской Федерации (по присоединенным территориям данные отсутствуют) обеспечили высокий уровень общих расходов на государственную поддержку семей с детьми. К числу регионов-лидеров относятся Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Чукотский автономные округа, Магаданская и Сахалинская области [1]. При этом для сравнения в 2023 г. такой уровень был обеспечен 4 регионами. Можно предположить, что в течение некоторого времени таких регионов станет значительно больше.

В первую очередь нужно сказать, что данные регионы объединены высоким уровнем бюджетной обеспеченности, так как в них развита добывающая промышленность. При этом налоговые поступления, приходящие от нефтегазового сектора и горнодобывающей промышленности, формируют значительную часть доходов данных субъектов.

В то же время значительная часть регионов России (37 субъектов) имеют средний уровень общих расходов на государственную поддержку семьи и детей в 2024 г., и лишь 8 субъектов могут себе позволить тратить из бюджета больше среднего таких расходов. Однако существуют регионы, которые обеспечивают низкий уровень расходов в интересах детей, и таких субъектов насчитывается 24. В большинстве такие регионы являются дотационными и не высокоразвитыми, поэтому данная тенденция абсолютно понятна.

В Красноярском крае в 2024 г. из бюджета было выделено 15 млрд руб. на социальную поддержку семей с детьми, особое внимание было уделено семьям участников СВО [2]. Кроме того, 4,7 млрд руб. пошло на обеспечение жильем детей-сирот, в том числе с использованием жилищных сертификатов, что на 1 млрд руб. больше, чем в 2023 г.

При этом по данным доклада НИФИ, Красноярский край в 2024 г. обеспечил средний уровень расходов на поддержку детей и семей с детьми. Данная ситуация связана с рядом объективных причин [1]. Во-первых, это масштаб региона и достаточно высокая численность населения, при которой даже значительные расходы дают умеренные подушевые показатели. Во-вторых, существует необходимость финансировать широкий спектр обязательств, начиная от инфраструктурных проектов до выполнения национальных целей. В-третьих, сложная географическая структура региона требует дифференциации выплат, что создает дополнительную нагрузку, но не позволяет достичь уровня северных регионов-лидеров. При этом Красноярский край сохраняет социальную направленность бюджета и обеспечивает поддержку более 1,4 млн получателей, но объективно не может конкурировать с малонаселенными сырьевыми территориями по уровню расходов на душу населения на поддержку семей с детьми.

В вопросе дифференциации регионов нашей страны не менее важно поговорить про величину прожиточного минимума, так как данный по-

казатель выступает главным ориентиром социальной политики. Законодательно закреплена связь размера выплат семьям с детьми и прожиточного минимума.

Ключевая особенность величины прожиточного минимума в России заключается в том, что он отличается от региона к региону. Органы власти субъектов самостоятельно устанавливают значения прожиточного минимума с учетом уровня цен, доходов населения и особенностей социально-экономической ситуации конкретной территории. Региональные значения показателя могут как превышать федеральный уровень, так и быть ниже него.

В России существует четыре вида прожиточного минимума: на душу населения, для трудоспособного населения, для детей и для пенсионеров. Их суммы отличаются, например, в 2026 г. федеральный прожиточный минимум составляет: на душу населения 18 939 руб., для трудоспособного населения 20 644 руб., для пенсионеров 16 288 руб., для детей 18 371 руб. [3].

Прожиточный минимум для детей в России – это минимальная сумма дохода, которая, по оценке государства или региона, нужна родителям для содержания ребенка. Данный показатель для детей определяют по той же схеме, что и на душу населения, но с поправкой на возрастные особенности.

Семья со среднедушевым доходом ниже регионального прожиточного минимума считается малоимущей. Чтобы рассчитать среднедушевой доход, нужно сложить все доходы семьи за расчетный период, полученную сумму разделить на количество месяцев, затем – на количество человек в семье.

Согласно данным Росстата, самая большая величина прожиточного минимума на ребенка установлена в Чукотском автономном округе – 47 948 руб., Ненецком автономном округе – 32 026 руб., Магаданской области – 32 062 руб., Камчатском крае – 32 333 руб. [4]. Как отмечалось ранее, такая ситуация связана с суровым климатом территории Крайнего Севера и значительной удаленностью. Экстремальные холода требуют более дорогого питания, теплой одежды и больших расходов на отопление жилья. Главная же причина заключается в отсутствии собственного производства и невозможности круглогодичного подвоза товаров. Доставка продуктов и товаров первой необходимости авиацией или по воде в короткий навигационный период делает их стоимость в разы выше, чем в остальной России.

Самые низкие значения установлены в Республике Адыгея – 15 799 руб., Республике Татарстан – 15 615 руб., Республике Мордовия – 15 615 руб., Белгородской области – 15 432 руб., Волгоградской области – 15 799 руб., Липецкой области – 15 247 руб., Тамбовской области – 15 247 руб. и т.д. Такая ситуация связана с тем, что в данных субъектах более низкие потребительские цены на товары первой необходимости, невысокий уровень среднедушевых доходов населения.

В рамках выбранной темы исследования очень важно уделить внимание на различия в предоставлении тех или иных социальных мер помощи семьям с детьми в субъектах России. Это в том числе указывает на имеющуюся дифференциацию среди регионов.

Начнем с регионального материнского капитала. Материнский, или семейный капитал – это мера господдержки российских семей, которая действует с 1 января 2007 г., его сумма каждый год индексируется. С 1 февраля 2026 г. выплата на первого ребенка составляет 728,9 тыс. руб., а на второго – 963,2 тыс. руб., если на первого выплата не была получена, и 234,3 тыс. руб. – если была [5]. Сумма регионального материнского капитала варьируется от 10 тыс. руб. в Ингушетии за рождение восьмого ребенка до 1,2 млн руб. в Брянской области за одновременное рождение тройни. Это демонстрирует, что финансовые возможности и приоритеты регионов кардинально различаются.

Несмотря на то, что в большинстве регионов капитал выдается за рождение третьего или последующего ребенка (например, в Адыгее, на Камчатке, в Санкт-Петербурге, в Красноярском крае), существует множество исключений:

1) в Ингушетии выплату дают только с восьмого ребенка, в Дагестане и Башкортостане – с пятого;

2) все больше регионов (Ямало-Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО, Магаданская, Тюменская, Ленинградская области и др.) стимулируют рождение даже первенцев или вторых детей, часто с привязкой к молодому возрасту матери;

3) повышенные выплаты за двойню или тройню предусмотрены в Брянской, Калининградской, Омской, Свердловской областях и других регионах.

Рассматривая региональные практики предоставления мер социальной поддержки семьям с детьми, эксперты отмечают, что в ряде регионов чрезмерно дублируют меры поддержки федеральных категорий льготников. В других на ту же поддержку расходуется большая часть регионального бюджета социальных выплат (Волгоградская, Кемеровская, Тамбовская, Ярославская области, Республика Крым, Санкт-Петербург) [6].

Кроме того, существует значительное число мер социальной поддержки малоимущих семей с детьми, специфичных для каждого региона:

1) беременных женщин, кормящих матерей и детей до трех лет (Костромская, Томская области, Краснодарский край, Республика Коми);

2) студенческих семей – ежемесячное пособие на ребенка в студенческой семье (Еврейская автономная область, Волгоградская, Кемеровская, Курская, Московская, Омская области);

3) неработающих трудоспособных родителей, ухаживающих за ребенком-инвалидом (ежемесячная доплата) – г. Москва, Ханты-Мансийский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ;

4) в 21 субъекте РФ региональным законодательством предусмотрена компенсация части родительской платы за содержание детей в дошкольных образовательных организациях.

Следует отдельно отметить, что в Красноярском крае семьям с детьми предоставляется ряд мер поддержки, которые включают единовременные пособия, ежемесячные выплаты, предоставление путевок на санаторно-курортное лечение и обеспечение путевок в оздоровительные лагеря. Эти меры закреплены в Законе Красноярского края от 09.12.2010 № 11-5393 «О социальной поддержке семей, имеющих детей, в Красноярском крае» [7].

Как можно заметить, обладая самостоятельностью в вопросе поддержки семей с детьми, регионы не всегда обеспечивают достойный уровень помощи для данной категории граждан. В качестве показательного примера о недостаточности уровня региональных выплат можно рассмотреть ежемесячное пособие на ребенка по субъектам РФ. Существует четыре категории семей, которые имеют право на получение такой меры помощи:

1) малоимущие семьи (базовое пособие);
2) пособие на матерей одиночек;
3) на детей военнослужащих по призыву;
4) на детей, родители которых уклоняются от уплаты алиментов.

По данным Министерства труда РФ, в 2024 г. базовый размер выплаты варьируется от 90 до 5 305 руб. в регионах России. Данная статистика наглядно демонстрирует отсутствие единого федерального стандарта поддержки. Максимальные значения зафиксированы в г. Москве, где базовое пособие в 2024 г. составляет 5 305 руб. Для сравнения, в ряде регионов базовые выплаты не превышают 100–150 руб.: в Республике Ингушетия и Нижегородской области пособие установлено на уровне 100 руб., в Костромской области до прекращения выплат составляло 115 руб., в Республике Марий Эл – 198 руб. (данные за 2023 г., до отмены). Столь низкие значения ставят под сомнение саму идею социальной поддержки, не способной оказать реального влияния на благосостояние семей.

Особую тревогу вызывает тенденция к сворачиванию региональных программ поддержки. Анализ данных за 2024 г. показывает, что значительное число субъектов страны прекратили предоставление базового пособия. Всего насчитывается не менее 35 регионов, которые к 2024 г. перестали выплачивать базовое ежемесячное пособие на ребенка либо не предоставили соответствующих данных, что фактически означает отказ от данной меры поддержки на региональном уровне.

Так как размер пособий в том числе зависит от категории семей, имеет место дифференциация специальных категорий. Наиболее показательным является сравнение выплат на детей одиноких матерей. В Москве в 2024 г. такое пособие составляет 7 955 руб., тогда как в Республике Ингушетия – всего 200 руб., как и в Нижегородской области. При этом в ряде регионов (Владимирская, Костромская, Курская области и др.) выплаты для данной категории также прекращены. Разрыв в доступности поддержки для одной из наиболее уязвимых категорий достигает 40 раз между Москвой и отстающими регионами.

Во многих регионах, где выплаты сохранились, не происходит изменения размеров пособий на протяжении нескольких лет. Например, в Калужской и Ульяновской областях базовое пособие составляет 200 руб. на протяжении всего периода 2021–2024 гг. С учетом официальной инфляции можно говорить, что имеет место ежегодное реальное снижение покупательной способности данных выплат.

По Красноярскому краю наблюдается устойчивая, но умеренная динамика роста региональных пособий. Базовое ежемесячное пособие на ребенка за период 2021–2024 гг. увеличилось на 15,2 % с 342 руб. до 394 руб. Пособие на детей одиноких матерей выросло на 15 % с 479 до 551 руб. При этом выплаты на детей военнослужащих по призыву, а также на детей, родители которых уклоняются от уплаты алиментов, в регионе

отсутствуют. Данный пример иллюстрирует, что даже в относительно благополучном с точки зрения бюджетной обеспеченности субъекте Федерации отдельные категории семей остаются вне сферы региональной помощи.

Таким образом, в России имеются существенные межрегиональные различия по предоставляемым мерам социальной поддержки семьям с детьми, при этом степень защищенности разных категорий в регионах неодинакова. Игнорирование значительной дифференциации регионов России при разработке мер семейной политики ведет к двум негативным последствиям: во-первых, к социальной несправедливости, дети из разных субъектов федерации имеют неравный доступ к благам и услугам при прочих равных условиях; во-вторых, к снижению экономической эффективности самих мер поддержки. Учет различий в стоимости жизни, бюджетной обеспеченности и структуре потребления является необходимым условием для адресной помощи, способной реально повлиять на благосостояние семей с детьми и сгладить межрегиональное неравенство.

Для комплексного представления об эффективности системы мер поддержки семей с детьми необходимо рассмотреть существующие проблемы при ее реализации. Комплексный анализ статистических данных и нормативных положений позволяет выделить ряд системных дефектов, которые не были раскрыты ранее, но оказывают непосредственное влияние на результативность государственной политики.

Исследование, опубликованное в научном журнале «Демографическое обозрение» в октябре 2025 г., демонстрирует, что домохозяйства с детьми в 1,3–1,8 раза чаще оказываются за чертой бедности по сравнению с семьями без детей. При этом в семьях, где старшему ребенку от 7 до 15 лет, риск бедности повышается в 1,8 раза – максимальное значение среди всех анализируемых групп. Специалисты РАНХиГС также подтверждают, что семьи с детьми представляют собой «наиболее уязвимую с точки зрения материального благополучия группу населения», которая в значительно большей степени представлена в нижней части доходного распределения [8]. По мнению исследователей, вопросы рождаемости должны решаться одновременно со снижением уровня бедности среди домохозяйств с детьми, в том числе не только в момент появления ребенка, но и с детьми школьного и студенческого возраста.

Кроме того, структура поддержки демонстрирует системный перекос в сторону единовременных или целевых мер, таких как материнский капитал, в то время как регулярные, ежемесячные выплаты, призванные компенсировать текущие расходы и потерю доходов, остаются недостаточными. В таблице 5 представлены размеры основных социальных гарантий в соотношении с величиной прожиточного минимума. В 2023–2024 гг. величина ежемесячного пособия на период отпуска по уходу за ребенком оставалась стабильной на уровне 61,6 % от прожиточного минимума, однако к 2025 г. прогнозируется снижение до 58,7 %. Относительный размер пособия сокращается.

Пособие на ребенка военнослужащего, проходящего службу по призыву, традиционно превышает величину прожиточного минимума. Несмотря на наблюдаемое снижение, данная выплата остается единственной из представленных, которая гарантированно превышает прожиточный минимум, что подчеркивает ее особый статус в системе социальной защиты.

В целом динамика, зафиксированная в таблице 1, демонстрирует тенденцию к сокращению относительного размера большинства анализируемых социальных гарантий. Исключение, связанное с пособием на ребенка военнослужащего, скорее подтверждает правило, указывая на дифференцированный подход государства к различным категориям получателей.

Таблица 1

Размеры основных социальных гарантий, установленных законодательством Российской Федерации, в соотношении с величиной прожиточного минимума, в процентах

Наименование	2023 г.	2024 г.	2025 г.
Ежемесячное пособие на период отпуска по уходу за ребенком до достижения им возраста полутора лет	61,6	61,6	58,7
Ежемесячное пособие на ребенка военнослужащего, проходящего военную службу по призыву	111,5	111,4	106,3
Размер государственных академических стипендий студентов, обучающихся по образовательным программам			
высшего образования	9,5	8,8	7,7
среднего профессионального образования	3,4	3,2	2,8

Источник: Государственный доклад о положении детей и семей, имеющих детей, в Российской Федерации [9].

Также нужно отметить, что в ситуации не разрешения вопроса о снижении уровня бедности среди семей с детьми чаще стали возникать мошеннические схемы для получения более высоких выплат. За последние годы в России отмечается всплеск электронной регистрации граждан на определенных территориях, к которым относятся регионы Дальнего Востока и Крайнего Севера. Такая картина складывается на фоне того, что граждане имеют целью получение льгот и преимуществ, предоставляемых семьям, проживающим в особых климатических и социально-экономических условиях.

Обратимся к реальным историям, подтверждающим данный факт. Например, в 2023 г. стала известна информация о том, что жительница Ноябрьска, зарегистрированная там же, фактически не проживает на Ямале. При этом в период 2019–2022 гг., ей предоставлялась социальная помощь по окружному проекту «Финансовая поддержка семей при рождении детей». В Следственном управлении Следственного комитета России по ЯНАО сообщили, что гражданка незаконно получила меры социальной поддержки на сумму более двух млн руб. По подозрению в мошенничестве в отношении нее было возбуждено уголовное дело [10].

Или в 2025 г. было возбуждено уголовное по статье «Мошенничество, совершенное в особо крупном размере» в отношении жительницы Назрани. Гражданка фиктивно переехала на Чукотку, чтобы получать повышенные детские пособия, не выезжая из родной республики. При этом фактически она никуда не уезжала – жила с детьми в Ингушетии, как и раньше. В общей сумме она похитила более 1,2 млн руб., рассказали в пресс-службе прокуратуры Ингушетии [11].

Выявленные случаи мошенничества в Ямало-Ненецком и Чукотском АО подтверждают (это лишь несколько примеров, некоторые до сих пор не раскрыты), что формальный подход к определению права на получение региональных выплат создает лазейки для нецелевого использования бюджетных средств. Наличие несовершенств в системе подтверждения права на получение помощи на определенной территории дискредитирует саму идею дифференцированной социальной поддержки.

Вместе с тем статистика назначения пособий свидетельствует о существенных сбоях в реализации принципа максимальной адресности. По данным Минфина РФ, при рассмотрении заявлений на пособие для детей от 8 до 17 лет, введенное в 2022 г., из 4,5 млн рассмотренных заявок одобрение получили лишь 1,9 млн семей, тогда как почти 58 % получили отказ. Основной причиной отказа стало превышение порога доходов в 43 % случаев, вторым по значимости фактором стало несоответствие критерию нулевого дохода, когда у домохозяйства полностью отсутствует официальный заработок – примерно 27 %. Оставшаяся доля отказов связана с имущественным цензом: наличие двух и более автомобилей (12 %), двух и более объектов жилой недвижимости (4 %), а также вкладов определенного размера (2 %) [12].

Формальные правила не учитывают реалий рынка труда, где значительная часть занятости приходится на неформальный сектор, сезонные или временные работы. В результате под действие критерия нулевого дохода попадают семьи, объективно находящиеся в трудной жизненной ситуации, но не имеющие возможности подтвердить свой статус документально.

О масштабности проблемы свидетельствуют и данные прокурорского надзора. В 2023 г. по поручению на тот момент Генерального прокурора И. В. Краснова были приняты дополнительные меры по защите прав граждан на социальную поддержку. Проверки выявили типичные нарушения, когда семьи получили необоснованный отказ в положенных выплатах.

В Адыгее, Калмыкии, Татарстане, Алтайском и Ставропольском краях, Воронежской, Кемеровской, Кировской, Костромской, Самарской областях и Москве прокуроры оспорили неправомерные отказы, связанные с неверной оценкой доходов и имущественной обеспеченности семей. В Томской области после прокурорского вмешательства пособия получили более 15 семей, которым было отказано из-за ошибочных сведений о владении двумя автомобилями. Такая ситуация возникла вследствие ненадлежащего межведомственного взаимодействия. В Орловской области право на выплату пришлось доказывать в судебном порядке главе фермерского хозяйства, чьи доходы были неверно исчислены органом соцзащиты без учета расходной части при применении специального налогового режима [13].

В результате хотя формально механизм адресности ориентирован на выявление фактически нуждающихся семей, его текущая реализация приводит к значительным ошибкам, когда помощь не доходит до социально уязвимых категорий. Это снижает общую эффективность мер поддержки.

Важной проблемой эффективности системы мер поддержки семей с детьми является степень воздействия социальных выплат на уровень благосостояния такой категории населения. Получается, что, с одной

стороны, наблюдается повышение способности системы к адресному охвату уязвимых групп и сокращению бедности. Если в 2019 г. лишь 2 % малоимущих домохозяйств с детьми преодолевали порог бедности благодаря выплатам, то к 2021 г. этот показатель вырос до 23 %, информация представлена в таблице 2. Данный рост коррелирует с расширением охвата пособиями, что подтверждает потенциал социальных трансфертов как инструмента краткосрочного снижения абсолютной бедности, особенно в кризисные периоды.

С другой стороны, сохраняются структурные ограничения эффективности. Во-первых, лишь около половины получателей пособий относятся к категории малоимущих, что свидетельствует об утечке ресурсов. Во-вторых, несмотря на позитивную динамику, показатель выхода из бедности остается низким на фоне остроты проблемы: при уровне бедности среди семей с детьми до 3 лет в 59 % даже существенная поддержка не обеспечивает массового преодоления бедности. Это согласуется с выводами о недостаточности размера выплат для полной компенсации дефицита доходов семьи, информация представлена в таблице 2.

Таблица 2

Показатели влияния детских целевых пособий на уровень бедности и неравенство в 2019–2021 гг., в процентах

	2019	2020	2021
Охват целевыми детскими пособиями малоимущих домохозяйств с детьми	44	59	58
Доля малоимущих домохозяйств в числе домохозяйств, получавших целевые детские пособия	59	49	50
Доля тех малоимущих домохозяйств, которые после получения целевых детских пособий покинули ряды бедных	2	14	23

Источник: аналитическая записка Банка России [14].

Выводы

Выплаты семьям с детьми несоразмерны реальным потребностям. Помощь не обеспечивает долгосрочной финансовой устойчивости, что подтверждается высокой долей бедных среди семей с детьми. Ядром проблемы является тот факт, что помощь не решает задачу вывода семьи из состояния бедности.

Неравномерность охвата нуждающихся по регионам, низкая адресность в ряде субъектов РФ. Проблема заключается в том, что при формально высоком охвате населения социальными выплатами в ряде регионов средства не достигают нуждающихся семей.

Таким образом, системные дефекты социальной поддержки семей с детьми носят взаимосвязанный характер: финансовая недостаточность выплат усугубляется несовершенством критериев их назначения, что в совокупности с отсутствием федеральных стандартов и прозрачной методологии оценки эффективности приводит к провалу как в борьбе с бедностью, так и в достижении демографических целей.

Для устойчивого демографического развития представляется необходимым дальнейшая эволюция системы поддержки, направленная не только на стимулирование рождаемости, но и на существенное повышение финансовой устойчивости семей с детьми, особенно при рождении второго и последующих детей.

Литература

1. Информационно-аналитические материалы / Научно-исследовательский финансовый институт Министерства финансов Российской Федерации // nifi.ru. – URL: https://www.nifi.ru/ru/activity/research-projects (дата обращения: 18.12.2025).
2. Социальная поддержка, нацпроекты и развитие инфраструктуры: как исполнен краевой бюджет в 2024 году / Министерство финансов Красноярского края // minfin.krskstate.ru. – URL: http://minfin.krskstate.ru/press/news/0/news/114970
3. Справочная информация: «Величина прожиточного минимума в Российской Федерации» // consultant.ru. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33936/8bf43d584df4ac39ddec19c36e7654dce95bdb62/ (дата обращения: 19.12.2025).
4. Федеральная служба государственной статистики // официальный сайт. – 2025. – URL: https://www.rosstat.gov.ru/
5. Региональный материнский капитал: как получить и на что потратить // realty.rbc.ru. – URL: https://realty.rbc.ru/news/65d3ecb09a79472a040a01eb?from=copy
6. Диколенко Л. А. Региональные особенности управления системой социальной защиты и поддержки семей с детьми в России / Диколенко Л. А. // iupr.ru. – URL: https://www.iupr.ru/_files/ugd/b06fdc_d2aceadf90174a2ca7518f34e19dc3a8.pdf?index=true (дата обращения: 10.12.2025).
7. Красноярский край. Законы. О социальной поддержке семей, имеющих детей, в Красноярском крае № 11-5393 : ред. от 20.11.2025 : [принят Законодательным Собранием Красноярского края 9 декабря 2010 года : подписан Губернатором Красноярского края 20 декабря 2010 года]. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/2400202302210015?index=9 (дата обращения 20.12.2025).
8. Цацура, Е. А. Материальное положение и риски бедности на разных этапах жизненного цикла домохозяйств / Цацура, Е. А., Осаволюк, А. А. // Демографическое обозрение. – 2025. – № 12 (3). – С. 130-156. – URL: https://doi.org/10.17323/demreview.v12i3.28499
9. Государственный доклад о положении детей и семей, имеющих детей, в Российской Федерации за 2024 г. // Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации : официальный сайт. – 2025. – URL: https://mintrud.gov.ru/docs/2764 (дата обращения: 11.11.2025).
10. Женщина около 4 лет получала региональные выплаты на детей, не живя на Ямале // vesti-yamal.ru. – URL: https://vesti-yamal.ru/ru/vjesti_jamal/zhenshina_okolo_4_let_poluchala_regionalnye_vyplaty_na_detei_ne_zhivya_na_yamale (дата обращения: 20.02.2026).
11. Жительница Назрани фиктивно уехала на Чукотку для северных выплат в 1,2 млн // stav.aif.ru. – URL: https://stav.aif.ru/society/zhitelnica_nazrani_fiktivno_uehala_na_chukotku_dlya_severnyh_vyplat_v_1_2_mln (дата обращения: 20.02.2026).
12. Больше половины семей получили отказ в выплатах на детей от 8 до 17 лет // vedomosti.ru. – URL: https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2022/07/24/932788-otkaz-viplatah-detei (дата обращения: 20.02.2026).
13. Редакция «Российской газеты» // rg.ru. – URL: https://rg.ru/2023/01/02/genprokuratura-usilila-kontrol-za-novym-detskim-posobiem-i-raziasnila-kogda-otkaz-v-vyplatah-narushenie.html (дата обращения: 18.12.2025).
14. Бессонова, Е. Аналитическая записка Адресные пособия на детей и показатели уровня бедности в 2020 и 2021 годах / Е. Бессонова, А. Цветкова // cbr.ru. – URL: https://cbr.ru/Content/Document/File/149771/child_20-21.pdf
15. Российская Федерация. Указы. Об оценке эффективности деятельности высших должностных лиц субъектов Российской Федерации и деятельности исполнительных органов субъектов Российской Федерации : указ Президента Российской Федерации от 28 ноября 2024 года № 1014 // КонсультантПлюс : справочная правовая система. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_467710/

The regional aspect of supporting families with children in the context of demographic challenges in Russia

Pochekutova E. N., Zeltser A.I.
Siberian Federal University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Building an effective support system for families with children aimed at overcoming poverty, creating favorable living conditions and stimulating fertility in Russia is a priority task of the state. In recent years, a number of significant legislative initiatives have been adopted that have significantly expanded the list of financial assistance measures: from one-time allowances for the birth of a child to large-scale programs such as maternity capital, as well as monthly payments for children from 3 to 7 and from 8 to 17 years. A multi-level support system has been formed that requires a comprehensive and continuous analysis. In this context, the assessment of the effectiveness of the financial assistance system for families with children is of key importance. It allows us to move from assessing only the amount of financial resources allocated to analyzing the actual socio-economic results and their compliance with the goals set. Effective monitoring should provide answers to fundamental questions: to what extent are budget funds targeted and expediently spent, to what extent do payments ensure an adequate standard of living, do they really reduce child poverty and do not create negative incentives that reduce the economic activity of the population.

Keywords: families with children, benefits, state support, budget, region.

References

1. Information and analytical materials / Scientific Research Financial Institute of the Ministry of Finance of the Russian Federation // nifi.ru . – URL: https://www.nifi.ru/ru/activity/research-projects (date of access: 12.18.2025).
2. Social support, national projects and infrastructure development: how the regional budget was executed in 2024 / Ministry of Finance of the Krasnoyarsk Territory // minfin.krskstate.ru . – URL: http://minfin.krskstate.ru/press/news/0/news/114970
3. Background information: "The cost of living in the Russian Federation" // consultant.ru . – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33936/8bf43d584df4ac39ddec19c36e7654dce95bdb62 / (date of access: 12.19.2025).
4. Federal State Statistics Service // official website. – 2025. – URL: https://www.rosstat.gov.ru
5. Regional maternity capital: how to get it and what to spend it on // realty.rbc.ru . – URL: https://realty.rbc.ru/news/65d3ecb09a79472a040a01eb ?from=copy

Стратегическое управление развитием малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения в условиях цифровой трансформации

Прилепский Иван Анатольевич
аспирант, Московский финансово-промышленный университет «Синергия», ivan@prilepsky.com

В статье исследуются теоретико-практические аспекты стратегического управления развитием малых предприятий, осуществляющих деятельность в сфере разработки программного обеспечения, в условиях цифровой трансформации экономики. Актуальность работы обусловлена высокой технологической динамикой отрасли, усилением конкуренции и ограниченностью ресурсов малого бизнеса, требующих формирования адаптивных управленческих подходов. Цель исследования состоит в обосновании ключевых направлений стратегического управления, обеспечивающих устойчивость и масштабируемость малых IT-предприятий. В ходе исследования выявлены специфические особенности функционирования малых разработчиков программного обеспечения, включая зависимость от человеческого капитала, необходимость постоянного обновления продуктовой линейки и интеграцию в цифровые экосистемы. Обосновано, что эффективное стратегическое управление формируется на основе сочетания продуктовой адаптивности, процессной цифровизации, развития динамических способностей и партнерской кооперации. Полученные результаты позволяют уточнить управленческие ориентиры развития малого IT-бизнеса и могут быть использованы при формировании стратегий цифровой трансформации организаций.

Ключевые слова: стратегическое управление, малый бизнес, разработка программного обеспечения, цифровая трансформация, динамические способности, инновационное развитие, цифровые экосистемы.

Введение

В условиях ускоряющейся цифровой трансформации экономики малые предприятия, осуществляющие деятельность в сфере разработки программного обеспечения, становятся значимым элементом инновационной структуры рынка, обеспечивая гибкость технологического обновления, быстрое создание прикладных решений и адаптацию цифровых продуктов к изменяющимся запросам клиентов. При этом именно малый IT-бизнес в наибольшей степени зависит от качества стратегического управления, поскольку ограниченность финансовых, кадровых и организационных ресурсов усиливает чувствительность таких компаний к внешним колебаниям, росту конкуренции и ускорению технологических циклов. Современные исследования показывают, что цифровая трансформация малого бизнеса уже не сводится к частичному внедрению отдельных инструментов автоматизации, а требует системной перестройки управленческой логики, внутренней среды компании и механизмов принятия решений [1; 5; 6].

Актуальность темы статьи определяется, с одной стороны, ростом значения малых предприятий в развитии цифровой экономики, с другой стороны, сохраняющейся уязвимостью их бизнес-моделей перед структурными ограничениями роста. Для компаний, занятых разработкой программного обеспечения, особенно существенными становятся проблемы удержания квалифицированных специалистов, выбора реалистичной стратегии масштабирования, согласования инновационной активности с ресурсными возможностями и формирования устойчивых конкурентных преимуществ в условиях высокой технологической динамики [3; 4; 7]. Российские и зарубежные авторы все чаще связывают успешность развития таких предприятий с цифровой ориентацией, динамическими способностями, цифровым лидерством и способностью к постоянной организационной перенастройке [2; 9; 10].

Вместе с тем в научной литературе сохраняется проблема недостаточной проработанности стратегических подходов, учитывающих специфику именно малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения. Существующие исследования нередко рассматривают либо цифровую трансформацию в широком корпоративном контексте, либо общие вопросы развития малого бизнеса, не раскрывая в достаточной степени механизмы стратегического управления, обеспечивающие устойчивость, адаптивность и масштабируемость малых IT-предприятий в современной цифровой среде [5; 6; 10].

Цель и задачи

Цель статьи заключается в обосновании теоретико-практических положений стратегического управления развитием малых предприятий, осуществляющих деятельность в сфере разработки программного обеспечения, в условиях цифровой трансформации экономики.

Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи:

- определить современные факторы, усиливающие значимость стратегического управления в развитии малого IT-бизнеса;
- выявить ключевые ограничения и риски, снижающие устойчивость малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения;
- проанализировать теоретические подходы к стратегическому управлению, цифровой трансформации и развитию динамических способностей организаций;
- обосновать совокупность стратегических приоритетов, обеспечивающих адаптивность, конкурентоспособность и масштабируемость малых IT-предприятий;
- уточнить управленческие ориентиры, применимые при формировании стратегии развития малых предприятий в цифровой среде.

Методы

Методология исследования основана на сочетании системного, стратегического и сравнительно-аналитического подходов, позволивших рассмотреть развитие малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения как результат взаимодействия внутренних управленческих параметров и внешних факторов цифровой среды. В процессе исследования использованы методы анализа и синтеза научных публикаций, обобщения теоретических положений, сравнительного сопоставления российских и зарубежных подходов к стратегическому

управлению малым бизнесом, а также логико-структурный метод, примененный при выделении ключевых стратегических приоритетов развития малых IT-предприятий. Теоретическую основу составили современные исследования, посвященные цифровой трансформации малого бизнеса, динамическим способностям организаций, цифровому лидерству и стратегической адаптивности, благодаря чему удалось раскрыть проблему статьи в единстве управленческого, организационного и инновационного аспектов.

Результаты

Для малого предприятия, работающего в сфере разработки программного обеспечения, стратегическое управление начинается не с громких деклараций о цифровой трансформации, а с точной увязки трех контуров: продукта, команды и рынка. В этой сфере нельзя долго жить за счет единожды найденной ниши, поскольку технологический цикл короткий, клиентский запрос быстро меняется, а кадровая ошибка дорого обходится. По этой причине стратегическая логика развития малого IT-бизнеса строится вокруг постоянной корректировки продуктового предложения, пересмотра внутренних процессов и удержания управленческой гибкости, не допускающей распада общей траектории роста. Анализ современных публикаций показывает: цифровая среда усиливает не только возможности, но и внутренние уязвимости фирмы, прежде всего кадровые, организационные и финансовые [1].

Наиболее чувствительным ограничением для малых разработчиков выступает разрыв между темпом технологических изменений и реальной способностью команды проводить изменения без потери управляемости. В этом отношении показательна позиция К. А. Мызровой, отмечающей, что «одним из главных факторов для успешного осуществления цифровой трансформации малого бизнеса является формирование “цифровой культуры”, способной преодолеть сопротивление сотрудников нововведениям. Ключевым вопросом для трансформации является кадровый» [цит. по: 6, С. 3251]. Практический смысл данного тезиса очевиден: без внутренней готовности людей, без управленческой дисциплины и без понятной роли цифровых решений даже сильный продукт не превращается в устойчивую модель развития [6] (см. табл. 1).

Таблица 1

Вертикальная характеристика стратегических приоритетов развития малого предприятия в сфере разработки программного обеспечения

Позиция анализа	Содержание
Объект стратегического управления	Малое предприятие в сфере разработки программного обеспечения
Базовая цель	Обеспечение устойчивого развития и масштабируемости в цифровой среде
Приоритет 1	Продуктовая адаптивность
Содержание приоритета 1	Быстрое обновление функционала, учет обратной связи, корректировка продуктовой логики
Управленческий эффект 1	Сохранение рыночной релевантности и сокращение времени реакции на спрос
Приоритет 2	Кадровая устойчивость
Содержание приоритета 2	Удержание ядра команды, развитие цифровых компетенций, перераспределение ролей
Управленческий эффект 2	Снижение зависимости от единичных специалистов и стабилизация производственного цикла
Приоритет 3	Процессная цифровизация
Содержание приоритета 3	Автоматизация постановки задач, тестирования, релизов, аналитики и коммуникаций
Управленческий эффект 3	Сокращение издержек, снижение числа ошибок, повышение прозрачности управления
Приоритет 4	Партнерская кооперация
Содержание приоритета 4	Взаимодействие с заказчиками, платформами, интеграторами, внешними экспертами
Управленческий эффект 4	Расширение доступа к рынку, технологиям и дополнительным компетенциям
Интегральный результат	Повышение адаптивности, конкурентоспособности и устойчивости бизнес-модели

Системный характер перечисленных приоритетов подтверждается исследованиями, посвященными стратегическому управлению малым бизнесом. А. В. Курлыкова показывает: для малой фирмы стратегический подход ценен не только как средство постановки целей, но и как инструмент экономии ресурсов, концентрации усилий и своевременной перенастройки управленческого контура [3; 4]. Иначе говоря, стратегия для малого IT-предприятия полезна не сама по себе, а как механизм отбора действительно значимых направлений роста. В условиях ограниченного бюджета особенно важно не распыляться на параллельные инициативы, внешне выглядящие перспективно, но не дающие интегрального эффекта для продукта, выручки и организационной устойчивости [3].

Рисунок 1. Контур стратегического управления развитием малого IT-предприятия

Следующий принципиальный момент связан с внутренней средой компании. Для малого разработчика программного обеспечения опасна не только нехватка денег или специалистов, но и ошибочная логика заимствования чужих моделей роста. Малое предприятие, пытающееся копировать стратегию более крупного игрока, часто получает не ускорение развития, а рост внутренней перегрузки. И. А. Морозова и Н. Э. Степанян формулируют эту мысль предельно точно: «стратегическая целевая установка управления цифровой трансформацией компании в авторском подходе состоит в раскрытии собственного потенциала технологической модернизации компании» [цит. по: 5, С. 1457]. Для малого IT-бизнеса правильная стратегия играет важную роль, поскольку реальная устойчивость возникает не из внешнего подражания, а из способности трезво оценивать границы собственной команды, темп допустимых изменений и реальные точки роста [5].

Дальнейший анализ закономерно выводит к концепции динамических способностей. С. В. Коробейникова и Н. Я. Коляда рассматривают её как один из наиболее продуктивных подходов в современной теории стратегического управления малым и средним бизнесом [2]. Для малого предприятия в сфере разработки программного обеспечения прикладной смысл данной концепции достаточно ясен: важно не только обладать компетенциями, но и уметь быстро пересобрать их под меняющийся спрос, новые требования заказчика, смену технологических стеков и изменение условий конкуренции.

В связке с зарубежными исследованиями представляется, что цифровая ориентация, цифровое лидерство и динамические управленческие способности формируют основу не разового роста, а длительной адаптивности, позволяющей выпускать востребованные продукты без разрушения организационной целостности [2; 8; 9; 10].

Не менее значимым выступает и внешний контур развития. Малый IT-бизнес редко располагает полным набором ресурсов, необходимым для самостоятельного закрытия всех участков создания ценности. По этой причине особую роль начинают играть партнерские связи, встроенные в стратегическую модель, а не возникающие ситуативно. Российские авторы, исследующие цифровую трансформацию и развитие малого бизнеса, подчеркивают значимость сочетания внутренних преобразований с институтами поддержки, цифровой кооперацией и внешними каналами доступа к компетенциям [1; 4; 7]. Устойчивость малого разработчика определяется не только качеством его кода или продукта, но и способностью войти в нужные цепочки взаимодействия, сохранив при этом управляемость, скорость решений и экономическую рациональность [7].

В результате стратегическое управление развитием малого предприятия в сфере разработки программного обеспечения целесообразно рассматривать как непрерывную работу по согласованию продуктовой адаптации, кадровой устойчивости, цифровизации процессов и партнерской кооперации. Такой подход позволяет уйти от фрагментарных решений, превращающих развитие в цепочку реакций на внешние раздражители, и перейти к более зрелой модели, внутри которой изменения проводятся осмысленно, поэтапно и с учетом реальных ограничений фирмы. Для малого IT-бизнеса именно эта логика создает основу конкурентоспо-

собности: не за счет масштаба, а за счет скорости управленческой перенастройки, точности стратегического выбора и способности удерживать внутреннюю целостность в турбулентной цифровой среде [9].

Заключение

Резюмируя, следует подчеркнуть, что развитие малых предприятий в сфере разработки программного обеспечения в условиях цифровой трансформации определяется не столько масштабом их ресурсной базы, сколько качеством стратегического управления, обеспечивающего согласование продуктовой логики, внутреннего потенциала организации и внешних рыночных изменений. Уязвимость малого IT-бизнеса формируется под воздействием нескольких взаимосвязанных факторов, включая кадровые ограничения, высокую скорость технологического обновления, необходимость постоянной доработки цифрового продукта и ограниченные возможности экстенсивного роста. В результате обосновано, что устойчивость таких предприятий достигается при переходе от фрагментарных управленческих решений к целостной модели стратегической координации, включающей продуктовую адаптивность, процессную цифровизацию, развитие динамических способностей и использование партнерской кооперации как инструмента расширения компетентностной и рыночной базы.

Содержательный анализ показал, что стратегическое управление малым предприятием в сфере разработки программного обеспечения должно строиться как непрерывный цикл оценки внешних сигналов, внутренней ресурсной обеспеченности и корректировки управленческих приоритетов. Практическая значимость полученных результатов состоит в уточнении ориентиров, применимых при формировании стратегий развития малых IT-предприятий, ориентированных на повышение адаптивности, конкурентоспособности и масштабируемости в цифровой экономике.

Литература

1. Арутюнян, С. А. Анализ состояния, проблем и возможностей цифровой трансформации малого и среднего бизнеса в России / С. А. Арутюнян, Н. В. Соловьева, Е. Р. Галяув // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 12. – С. 4589–4608. – DOI 10.18334/ce.17.12.119862.
2. Коробейникова, С. В. Место концепции динамических способностей в современной теории стратегического управления малым и средним бизнесом / С. В. Коробейникова, Н. Я. Коляда // Лидерство и менеджмент. – 2025. – Т. 12, № 7. – С. 1551–1568. – DOI 10.18334/lim.12.7.123426.
3. Курлыкова, А. В. Инструментарий оценки управления малым предприятием на основе стратегического подхода / А. В. Курлыкова, И. В. Киргизова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 1. – С. 369–384. – DOI 10.18334/ce.17.1.116925.
4. Курлыкова, А. В. Повышение эффективности стратегического управления малым предприятием с учетом различных форм государственной поддержки бизнеса / А. В. Курлыкова, И. В. Киргизова // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 8. – С. 2633–2648. – DOI 10.18334/epp.13.8.118790.
5. Морозова, И. А. Разработка стратегии управления цифровой трансформацией компании на основе анализа компонентов ее внутренней среды / И. А. Морозова, Н. Э. Степанян // Лидерство и менеджмент. – 2024. – Т. 11, № 4. – С. 1457–1466. – DOI 10.18334/lim.11.4.122247.
6. Мызрова, К. А. Цифровая трансформация малого бизнеса: возможности, перспективы и препятствия / К. А. Мызрова, Ю. В. Панько, С. В. Овчинникова, В. А. Брюхачев // Креативная экономика. – 2024. – Т. 18, № 12. – С. 3251–3268. – DOI 10.18334/ce.18.12.122173.
7. Мызрова, К. А. Малый бизнес: тенденции, перспективы, условия развития / К. А. Мызрова, А. А. Спектор, А. С. Заводцков // Экономика, предпринимательство и право. – 2024. – Т. 14, № 5. – С. 2141–2158. – DOI 10.18334/epp.14.5.120885.
8. Калязина, Е. Г. Принципы цифрового менеджмента / Е. Г. Калязина // Лидерство и менеджмент. – 2025. – Т. 12, № 5. – С. 1017–1034. – DOI 10.18334/lim.12.5.123165.
9. Escoz Barragan, K. Keeping pace with the digital transformation: exploring the digital orientation of SMEs / K. Escoz Barragan, F. S. R. Becker // Small Business Economics. – 2025. – Vol. 64, no. 3. – P. 1361–1385. – DOI 10.1007/s11187-024-00947-7.
10. Merín-Rodrigáñez, J. Dynamic managerial capabilities for digital transformation in innovative SMEs: What are the effects on new product development performance? / J. Merín-Rodrigáñez, À. Dasí, J. Alegre, M. Hughes // Journal of Business Research. – 2025. – Vol. 201. – Art. 115709. – DOI 10.1016/j.jbusres.2025.115709.
11. Held, P. Boosting SMEs' digital transformation: the role of dynamic capabilities in cultivating digital leadership and digital culture / P. Held, T. Heubeck, R. Meckl // Review of Managerial Science. – 2026. – Vol. 20. – P. 1687–1715. – DOI 10.1007/s11846-025-00919-5.

Strategic management of the development of small enterprises in the field of software development in the context of digital transformation

Prilepskiy I.A.,

Moscow University of Finance and Industry "Synergy"

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the theoretical and practical aspects of strategic management of the development of small enterprises operating in the field of software development in the context of the digital transformation of the economy. The relevance of the work is due to the high technological dynamics of the industry, increased competition and limited resources of small businesses that require the formation of adaptive management approaches. The purpose of the study is to substantiate the key areas of strategic management that ensure the sustainability and scalability of small IT enterprises. The study revealed specific features of the functioning of small software developers, including dependence on human capital, the need for constant product line updates and integration into digital ecosystems. It is proved that effective strategic management is formed on the basis of a combination of product adaptability, process digitalization, development of dynamic abilities and partnership cooperation. The results obtained make it possible to clarify the management guidelines for the development of small IT businesses and can be used in shaping strategies for the digital transformation of organizations.

Keywords: strategic management, small business, software development, digital transformation, dynamic abilities, innovative development, digital ecosystems.

References

1. Harutyunyan, S. A. Analysis of the state, problems and opportunities of digital transformation of small and medium-sized businesses in Russia / S. A. Harutyunyan, N. V. Solovyova, E. R. Galyauv // Creative Economy. – 2023. – Vol. 17, No. 12. – pp. 4589-4608. – In doi 10.18334/ce.12/17/119862.
2. Korobeynikova, S. V. The place of introduction of dynamic technologies in the state theory of strategic management of small and medium-sized businesses / S. V. Korobeynikova. . Kobeynikova, N. Ya. Kolyada // The State and management. – 2025. – Vol. 12, No. 7. – pp. 1551-1568. – DOI 10.18334/lim.12.7.123426.
3. Kurlikova, A.V. Tools for managing small enterprises based on a strategic approach / A.V. Kurlikova, I. V. Kirghiza // Critical Encyclopedia. – 2023. – Vol. 17, No. 1. – pp. 369-384. – DOI 10.18334/ce.17.1.116925.
4. Kurlikova, A.V. Improving the effectiveness of strategic management of small enterprises through restrictive state support/ A.V. Kurlikova. business / A.V. Kurlikova, I. V. Kirghiz // Encyclopedia, State and law. – 2023. – Vol. 13, No. 8. – pp. 2633-2648. – DOI 10.18334/epp.13.8.118790.
5. Morozova, I. A. Development of a management strategy for a transport company based on the analysis of competition in the internal environment / I. A. Morozova. Morozova, N. N. Stepanin // State and management. – 2024. – Vol. 11, No. 4. – pp. 1457-1466. - DOI 10.18334/lim.11.4.122247.
6. Myzrova, K. A. Digital transformation of small business: opportunities, prospects and obstacles / K. A. Myzrova, Yu. V. Panko, S. V. Ovchinnikova, V. A. Bryukhachev // Creative Economy. – 2024. – Vol. 18, No. 12. – pp. 3251-3268. – In doi 10.18334/ce.18.12.122173.
7. Myzrova, K. A. Small business: innovations, prospects, development management / K. A. Myzrova, A. A. Shpektor, A. S. Zavodkov // Encyclopedia, application and law. – 2024. – Vol. 14, No. 5. – pp. 2141-2158. – DOI 10.18334/epp.14.5.120885.
8. Kalyazina, E. G. The pioneer of management / E. G. Kalyazina // The State and management. – 2025. – Vol. 12, No. 5. - pp. 1017-1034. - DOI 10.18334/lim.12.5 .123165.
9. Escoz Barragan, K. Keeping pace with digital transformation: a study of the digital orientation of small and medium-sized businesses / K. Escoz Barragan, F. S. R. Becker // Economics of small business. – 2025. – Volume 64, No. 3. – pp. 1361-1385. – DOI 10.1007/s11187-024-00947-7
10. Merin-Rodriganes, H. Dynamic management opportunities for digital transformation in innovative SMEs: how does this affect the effectiveness of new product development? / H. Merin-Rodriganes, A. Dasi, H. Alegre, M. Hughes // Journal of Business Research. - 2025. – Volume 201. – Article 115709. – DOI 10.1016/j.jbusres.2025.115709.
11. Held, P. Stimulating the digital transformation of small and medium-sized businesses: the role of dynamic abilities in the development of digital leadership and digital culture / P. Held, T. Hoibek, R. Mekl // Review of management Science. – 2026. – Volume 20. – Pp. 1687-1715. – DOI 10.1007/s11846-025-00919-5 .

Влияние факторов внешней и внутренней среды на эффективность управления розничным бизнесом одежды: практический кейс

Разин Степан Андреевич
аспирант кафедры «Предпринимательство и конкуренция», Университет "Синергия", Bart.stepan@gmail.com,

Потапова Ольга Николаевна
канд. экон. наук, доцент, кафедра «Предпринимательство и конкуренция», Университет "Синергия", opotapova@synergy.ru

В научной статье рассматривается влияние факторов внешней и внутренней среды на эффективность управления розничным бизнесом одежды на примере компании HENDERSON. Исследование актуально в условиях высокой волатильности спроса, инфляции, роста стоимости заемного капитала и необходимости цифровой трансформации на фоне становления Шестого технологического уклада. Методологической основой послужила интеграция количественных и качественных показателей с использованием метода «взвешенной сценарной пригодности» (WSA), позволяющего оценить пригодность управленческой модели в текущих и стрессовых сценариях (снижение спроса на 10% и рост затрат на 15%). Проведен анализ внешней среды (экономические, демографические и конкурентные факторы), внутренней среды (структура, ресурсы, управленческие процессы) и выявлены ключевые зоны для повышения управляемости и адаптивности.
Ключевые слова: розничный бизнес одежды, эффективность управления, внешняя среда, внутренняя среда, цифровизация, стресс–сценарии, диверсификация, управленческая модель.

Актуальность темы обусловлена тем, что ритейлеры в России сталкиваются с высокой волатильностью потребительского спроса, ростом стоимости заемного капитала (на фоне «жесткой» денежно-кредитной политики Банка России – так, по состоянию на март 2026 г. ключевая ставка составляет 15%), инфляционными колебаниями как последствиями СВО (по итогам 2025 г. инфляция в стране снизилась до 5,6%, что стало низким значение за период 2020-2025 гг.).

Методология исследования включает оценку пригодности управленческой модели (метод WSA, учитывающий многокритериальность, сценарность, взвешенность и адаптивность ключевых блоков управления), методы сценарного анализа, а также методы статистической обработки данных.

Источниками данных послужили внутренняя бухгалтерская и управленческая отчетность HENDERSON за 2020–2024 гг., показатели оборачиваемости запасов и логистики, маркетинговые и цифровые метрики, а также внешние макроэкономические параметры (данные Банка России, Росстата).

На сегодняшний день эффективность управления розничным бизнесом одежды в значительной степени определяется влиянием факторов внешней и внутренней среды. Комплекс факторов формирует условия функционирования компании на рынке, определяет ее конкурентоспособность и стратегические возможности развития. Розничная торговля одеждой относится к динамичным сегментам рынка, характеризующимся высокой конкуренцией, быстрым обновлением ассортимента, изменением потребительских предпочтений и активным внедрением цифровых технологий [1].

Под управляемостью розничного бизнеса по продаже одежды понимается способность предприятия обеспечивать целенаправленное и устойчивое функционирование за счет эффективного воздействия на ключевые бизнес-процессы. К таким процессам относятся управление ассортиментом, персоналом, маркетинговой деятельностью и финансовыми ресурсами. Управляемость проявляется в возможности оперативно реагировать на изменения внешней среды, поддерживать сбалансированность внутренних процессов и достигать запланированных экономических результатов.

Внешняя среда розничного бизнеса одежды включает совокупность макроэкономических, отраслевых и рыночных факторов, оказывающих непосредственное воздействие на деятельность компании. Одним из ключевых факторов является уровень конкуренции. По итогам 2024 г. российские ретейлеры стали лидерами одежной розницы, потеснив оставшиеся на российском рынке западные бренды. По подсчетам «СберАналитики», в масс-маркете (средний чек до 3000 руб.) на первое место вышла сеть Familia (5,3% от продаж), на втором месте – сеть Sin (3,9%), на третьем – Gloria Jeans (3,1%).

Кроме того, в 2024 г. лидерами по доле продаж одежды онлайн стали Lamoda (13,5%), Wildberries (11,2%) и Ozon (9,8%). Однако, в первом полугодии 2025 г. количество регистраций новых компаний в сфере производства и продажи одежды сократилось на 14% к аналогичному периоду 2024 г. Несмотря на ужесточение конкурентной борьбы – происходит падение спроса со стороны целевой аудитории. Так, в январе-июне 2025 г. посещаемость магазинов fashion retail в российских торговых центрах сократилась на 6% год к году, в Москве – на 9%.

В таблице 1 отражены основные показатели развития рынка одежды в России в 2020–2024 гг. (данные за 2025 г. отсутствуют)

Таблица 1
Основные показатели развития рынка одежды в России в 2020–2024 гг.

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Абс. откл.	Относит. откл.
Объем рынка продажи одежды в стране, трлн руб.	1,65	1,8	2,34	2,87	2,95	1,3	78,8
Объем fashion–сегмента российского рынка интернет–торговли, млрд руб.	470,4	648,7	889,1	2967,6	4273,5	3803,1	808,5
Доля рынка одежды в fashion–сегменте российского рынка	28,7	30,4	26,5	18,5	14,9	–13,8	–48,1

интернет–торговли, %							
Продажи женской одежды, млн шт.	226,8	244,5	1245,4	1841	1888	1661,2	732,5
Объем продаж одежды на Wildberries, млрд руб.	217,1	336,5	466,4	606,3	709,3	492,2	226,7
Темп роста объема продаж на Wildberries, %	–	55	38,6	30	17	–	–
Аудитория интернет–магазинов одежды, обуви и аксессуаров, млн чел.	32,8	36,3	39,5	42,5	41,3	8,5	25,9
Доля покупателей в возрасте от 25 до 44 лет, %	31	26	29	25	24	–7	–22,6

По состоянию на 2025–2026 гг. российский рынок одежды характеризуется высоким уровнем конкурентного давления, обусловленным перераспределением рыночных ниш после ухода таких международных игроков, как Inditex и H&M Group, которые активно замещаются отечественными брендами, а также компаниями из Турции и стран Азии. Конкуренция усиливается под воздействием совокупности макро- и микроэкономических факторов. Среди факторов выделяются трансформация потребительского поведения в сторону более рациональных и планируемых покупок, высокая стоимость заемного капитала, замедление роста реальных доходов населения, увеличение арендных ставок и дефицит трудовых ресурсов (на фоне ярко выраженного кадрового «голода») [4]. Дополнительное давление оказывают сокращение числа новых брендов и рост комиссий маркетплейсов, а также усиление онлайн-конкуренции, формирующее повышенные требования к качеству клиентского опыта. Для большей наглядности макроэкономические показатели отражены в таблице 2.

Таблица 2

Макроэкономические показатели устойчивого развития России [10]

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Темп роста, %
Валовой внутренний (региональный) продукт в текущих ценах, млрд руб.	107658,1	135773,8	155188,9	172148,3	201152	186,8
Индекс потребительских цен, %	104,91	108,39	111,94	107,42	108,93	103,8
Инвестиции в основной капитал, млрд руб., всего	15437,6	17708,4	21847,6	25759,6	39566,2	256,3
в том числе душу населения, руб.	104336,8	120093,0	148643,3	175896,6	270723,2	259,5
Оборот розничной торговли на душу населения, руб.	229329	268120	290205	329159	380356	165,9
Оборот оптовой торговли на душу населения, руб.	573454,3	742506,4	804488,5	9280,4	13814,6	2,4
Профицит (+), дефицит (–) консолидированного бюджета, млн.руб.	–4297000	1045000	–2108000	–4297000	–3225125	75,1

Интерес представляет положение о том, что демографические и социальные факторы включают рост численности городского населения с концентрацией спроса в г. Москве и г. Санкт Петербурге, увеличение интернет–покупок и рост потребности в цифровых каналах продаж, а также изменение потребительских предпочтений в сторону брендов с развитой цифровой инфраструктурой на фоне тенденций в области Индустрии 4.0. Конкурентная среда отмечается высокой конкуренцией со стороны российских и международных сетей одежды, активным использованием маркетплейсов, CRM и BI аналитики конкурентами, что оказывает давление на маржу и требует оперативного реагирования на рыночные колебания [3].

Помимо факторов внешней среды, значительное влияние на эффективность управления оказывает внутренняя среда компании. Первостепенно следует указать на организационную структуру и специфику управления персоналом, что особенно актуально в условиях ярко выраженного кадрового «голода» [2]. В компаниях, в которых функционируют специализированные подразделения по закупкам, продажам, маркетингу и логистике, повышается скорость принятия управленческих решений.

Далее важно указать на вопрос финансов, поскольку сегодня в России наблюдается высокая стоимость заемных средств («жесткая» денежно-кредитная политика), то для предпринимателей критически необходимо грамотное управление капиталом [9]. В России в 2025 г. число банкротств компаний в России снизилось по сравнению с 2024 г. на 24,3% (суды признали банкротами 6 477 компаний), что свидетельствует о более грамотном подходе к управлению финансовой устойчивостью. На фоне «удорожания» кредитных средств внутреннее планирование бюджета и контроль позволяют оптимизировать распределение ресурсов и обеспечивают устойчивое развитие.

Для розничного бизнеса одежды ключевым фактором является организация цепочки поставок и управление складскими операциями. Эффективная логистика и оптимизация маршрутов поставок (особенно на фоне роста логистических издержек после событий 2022 г.) снижают издержки, сокращают время оборота товара и минимизируют риск дефицита или излишков продукции [5].

В этой связи компании внедряют специализированные BI–платформы, позволяющие автоматизировать процесс анализа и визуализации данных [8]. Далее в таблице 3 отражена эффективность внутреннего управления HENDERSON через призму функций предпринимательства.

Таблица 3

Эффективность внутреннего управления HENDERSON через призму функций предпринимательства

Функция	HENDERSON
Обеспечение деятельности фирмы на стратегическом уровне	Доля рынка 6–8% (низкая). Рост выручки 15% (высокий). Новые клиенты: 12% (средний)
Ресурсное обеспечение функционирования и развития бизнеса	Собственные средства 62% (устойчивая). Оборачиваемость 5,4 (средняя)
Обеспечение функционального применения и воспроизведения рабочих мест	>150 тыс. руб./мес. (высокая). Текучесть <10% (низкая)
Обеспечение маркетинговой деятельности	NPS = 62 (высокий). Повторные покупки 54% (средние)
Обеспечение бесперебойного ведения бизнес–процессов	96–98% (средний–высокий). 2–3 дня (средний)
Обеспечение конкурентоспособности	8,9% (средняя). Доля рынка низкая
Выполнение социальных и иных обязательств	>95% (высокий уровень)
Обеспечение обязательств перед государством	Полностью соблюдается (высокий уровень)
Обеспечение безопасности бизнеса	<2% оборота (низкий риск)
Обеспечение правовой дисциплины бизнеса	0–1 (высокий уровень соблюдения)
Аккумулирование и распределение доходов	40–50% (средняя)
Обеспечение роста бизнеса	Рост >15% (высокий). Клиенты 12%
Диверсификация бизнеса	18% (средняя)
Технологическая реконструкция бизнеса	55% (высокая)
Реинжиниринг бизнес–процессов	4–6 дней (средний)
Реорганизация бизнеса	4 (высокий уровень)
Ребрендинг и изменение имиджа	Узнаваемость >60% (высокая). Отзывы >80%

На современном этапе внутренняя среда HENDERSON характеризуется функционально ориентированной структурой, включающей финансовый блок, операции, маркетинг и цифровизацию, стратегическое управление, управление рисками, человеческие ресурсы и клиентский сервис. Уровень цифровой зрелости оценивается как частичный, поскольку доля автоматизированных процессов составляет 55%, интеграция с маркетплейсами охватывает 45% ключевых платформ, использование аналитики клиентов – 50%. Операционная эффективность проявляется в среднем времени обработки заказа 4,3 дня и оборачиваемости запасов 5,4 раз в год. ROI маркетинговых кампаний составляет 2,8%, уровень вовлеченности клиентов – 31%. Финансовая устойчивость выражена коэффициентом покрытия текущих обязательств 120%, отношением заемного к собственному капиталу 52% и долей постоянных расходов в выручке 38%.

Исследование строится на методе «взвешенной сценарной пригодности», который сочетает количественные показатели, экспертные оценки и чувствительность к изменениям ключевых параметров:

– многокритериальность – оцениваются все функциональные блоки;

– сценарность – показатели каждого блока оцениваются как в текущих условиях, так и при изменении рыночных параметров;

– взвешенность – каждая метрика блока получает вес wi, отражающий ее значимость для устойчивости компании в текущем и прогнозном периоде;

– адаптивность – формула учитывает отклонение показателя компании от целевого уровня типовой модели и его чувствительность к сценарным изменениям.

В таблице 4 представлено практическое применение WSA на примере HENDERSON (определены целевые показатели f_i^m).

Таблица 4
Практические применение WSA на примере HENDERSON

Блок	Текущий показатель HENDERSON	Целевой показатель модели m	Сценарное значение	Si
Финансы – Kaut	0,48	0,60	0,54	1,125
Оборачиваемость запасов	5,4	6,8	6,0	1,111
ROI маркетинга	2,8	4,0	3,2	1,143
Доля автоматизированных процессов	55%	75%	65%	1,182
Уровень выполнения планов поставок	92%	98%	94%	1,083
Доля реализованных стратегических инициатив	62%	85%	70%	1,129

С учетом полученных данных требуется увеличение доли собственных средств за счет реинвестирования прибыли и сокращения дорогостоящих долговых обязательств. Кроме того, возможно внедрение системы финансового планирования с учетом стресс–сценариев, моделирование падения спроса и роста затрат, прогнозирование ликвидности и управление структурой капитала с учетом внешней нестабильности. Краткосрочные меры включают оптимизацию маршрутов доставки со складов в Подольске в оффлайн–магазины г. Москвы и Санкт–Петербурга, а также региональные хабы, что сокращает среднее время обработки заказа на 15–20%. В условиях тенденций цифровой трансформации (активная реализация национальной программы «Экономика данных» в 2025-2030 гг.) возможно внедрение WMS с использованием машинного обучения и Интернета вещей для автоматизации складских процессов [6].

Возможен пересмотр KPI сотрудников и отделов с учетом текущей рыночной ситуации (падение спроса – в 2025 г. объем продаж одежды и обуви в российских магазинах сократился на 11% по сравнению с 2024 г.). В данных условиях необходимы ежеквартальное стратегическое планирование с топ–менеджментом, корректировка проектных инициатив и внедрение контроля исполнения на основе машинного обучения, что снижает зависимость от субъективных оценок руководителей и ускоряет процесс принятия решений [7].

Таким образом, управляемость розничного бизнеса компании HENDERSON определяется совокупным воздействием факторов внешней и внутренней среды. При этом ключевое значение имеют макроэкономическая конъюнктура (стоимость заемного капитала, динамика доходов населения), уровень конкурентного давления и степень цифровизации отрасли. Оценка влияния указанных факторов на управляемость целесообразно осуществляется через систему количественных и качественных показателей. Система показателей включает финансовую устойчивость (коэффициенты ликвидности и структуры капитала), операционную эффективность (оборачиваемость запасов, скорость логистических процессов), результативность маркетинга (ROI, уровень повторных покупок), а также уровень цифровой зрелости (доля автоматизированных процессов, использование аналитики данных). Применение метода WSA позволило выявить наиболее чувствительные к внешним изменениям блоки управления, среди которых приоритетными являются финансы, маркетинг и управление запасами.

Литература

1. Беликова, И. П. Стратегическое планирование в эпоху турбулентности: комплексный анализ внутренней и внешней среды как основа устойчивого развития предприятия / И. П. Беликова, К. Т. Пайтаева, Е. Г. Сергиенко // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2025. – № 9(179). – С. 1–9.
2. Веселовский, М. Я. Влияние неопределенности внешней среды на бизнес–процесс наукоемких промышленных предприятий / М. Я. Веселовский, А. А. Юрьев // Beneficium. – 2023. – № 2(47). – С. 34–40.
3. Ким, Ю. А. Анализ эффективности операционной деятельности предприятий в сфере розничной торговли продуктами питания / Ю. А. Ким // Аудиторские ведомости. – 2024. – № 3. – С. 72–75.
4. Комарова, О. В. Возможности бизнес–аналитики в решении задач корпоративного управления в розничной торговле / О. В. Комарова, Д. С. Карабатов // Вестник Сургутского государственного университета. – 2023. – № 4. – С. 38–50.
5. Кутяшова, Е. В. Развитие розничной торговли России в условиях транснационализации потребительского рынка / Е. В. Кутяшова, О. А. Скобелева, А. В. Аношин // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2024. – № 4. – С. 638–644.
6. Савинов, Ю. А. Изменения в международной торговле одеждой и деятельность ТНК на рынке модных товаров / Ю. А. Савинов, И. Б. Долженко // Российский внешнеэкономический вестник. – 2022. – № 9. – С. 107–120.
7. Смагина, М. Н. Методика проведения экономического анализа финансово–хозяйственной деятельности предприятия с помощью показателей внутренней и внешней отчетности / М. Н. Смагина, Н. В. Москаленко, А. С. Кузнецова // Наука и образование. – 2023. – С. 1–8.
8. Суртаева, О. С. Использование потенциала искусственного интеллекта в стратегическом анализе внешней среды предприятия / О. С. Суртаева // Экономические системы. – 2022. – № 2(57). – С. 54–65.
9. Телеватюк, С. Д. Инновационные подходы к онлайн–управлению ассортиментом в сфере модной розничной торговли / С. Д. Телеватюк // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2024. – № 3. – С. 126–132.
10. Статистика Росстата // Официальный сайт [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 10.03.2025).

The impact of external and internal environmental factors on the efficiency of clothing retail management: a case study

Razin S.A., Potapova O.N.
Synergy University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This research article examines the impact of external and internal environmental factors on the management effectiveness of a clothing retail business, using the example of HENDERSON. The study is relevant in the context of high demand volatility, inflation, rising cost of borrowed capital, and the need for digital transformation amid the emergence of the Sixth Technological Wave. The methodological basis was the integration of quantitative and qualitative indicators using the weighted scenario suitability (WSA) method, which allows for assessing the suitability of a management model in current and stress scenarios (a 10% decrease in demand and a 15% increase in costs). An analysis of the external environment (economic, demographic, and competitive factors) and the internal environment (structure, resources, management processes) was conducted, identifying key areas for improving manageability and adaptability.

Keywords: retail clothing, management effectiveness, external environment, internal environment, digitalization, stress scenarios, diversification, management model.

References

1. Belikova, I. P. Strategic Planning in the Age of Turbulence: A Comprehensive Analysis of the Internal and External Environment as the Basis for Sustainable Development of an Enterprise / I. P. Belikova, K. T. Paytaeva, E. G. Sergienko // Regional Problems of Economic Transformation. - 2025. - No. 9 (179). - P. 1-9.
2. Veselovsky, M. Ya. The Impact of Environmental Uncertainty on the Business Process of Knowledge-Intensive Industrial Enterprises / M. Ya. Veselovsky, A. A. Yuryev // Beneficium. - 2023. - No. 2 (47). - P. 34-40.
3. Kim, Yu. A. Analysis of the Operating Efficiency of Enterprises in the Sphere of Food Retail Trade / Yu. A. Kim // Audit Statements. – 2024. – No. 3. – P. 72–75.
4. Komarova, O. V. Business Analytics Potential in Solving Corporate Management Problems in Retail Trade / O. V. Komarova, D. S. Karabatov // Bulletin of Surgut State University. – 2023. – No. 4. – P. 38–50.
5. Kutyashova, E. V. Development of Russian Retail Trade in the Context of Transnationalization of the Consumer Market / E. V. Kutyashova, O. A. Skobeleva, A. V. Anoshin // Bulletin of Udmurt University. Series "Economics and Law". – 2024. – No. 4. – P. 638–644.
6. Savinov, Yu. A. Changes in the international clothing trade and the activities of TNCs in the fashion goods market / Yu. A. Savinov, I. B. Dolzhenko // Russian Foreign Economic Bulletin. - 2022. - No. 9. - P. 107-120.
7. Smagina, M. N. Methodology for conducting economic analysis of the financial and economic activities of an enterprise using internal and external reporting indicators / M. N. Smagina, N. V. Moskalenko, A. S. Kuznetsova // Science and Education. - 2023. - P. 1-8.
8. Surtaeva, O. S. Using the Potential of Artificial Intelligence in the Strategic Analysis of the External Environment of an Enterprise / O. S. Surtaeva // Economic Systems. - 2022. - No. 2 (57). – P. 54–65.
9. Televatyuk, S. D. Innovative approaches to online product range management in fashion retail / S. D. Televatyuk // Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technology. – 2024. – No. 3. – P. 126–132.
10. Rosstat statistics // Official website [Electronic resource]. URL: https://rosstat.gov.ru/ (date of access: 10.03.2025).

Моделирование факторов инвестиционной привлекательности в условиях санкционного давления и импортозамещения

Рунков Виталий Дмитриевич
аспирант, Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, v.runkov@bk.ru,

Иванова Ольга Евгеньевна
кандидат экономических наук, доцент, Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина, ivanova-oe@bk.ru

Целью статьи является обоснование и разработка модели оценки инвестиционной привлекательности хозяйствующих субъектов, учитывающей новые вызовы, обусловленные ужесточением санкционного давления и реализацией политики импортозамещения. В условиях структурной трансформации российской экономики традиционные подходы к оценке инвестиционной привлекательности, базирующиеся преимущественно на финансовых коэффициентах, перестают отражать реальные риски и возможности для инвесторов, что обусловливает необходимость пересмотра методологического инструментария. Методологическая база включает методы системного и сравнительного анализа для отбора и систематизации факторов инвестиционной привлекательности, а также методы экономико-математического моделирования для построения интегрального показателя. Нормализация разнородных показателей осуществлялась методом линейного масштабирования, обеспечивающим их сопоставимость. Научная новизна заключается в выделении и теоретическом обосновании дополнительных факторов, которые в современных условиях приобретают значение наряду с традиционными финансово-экономическими показателями. В отличие от существующих подходов, предложенная модель обеспечивает комплексный учёт разнородных факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность в условиях геополитической нестабильности. Построена модель ИП-СИ, включающая показатели финансово-экономической устойчивости, санкционной устойчивости и потенциала импортозамещения, каждый из которых объединяет систему из частных показателей. Разработаны методика нормализации показателей и алгоритм расчёта индекса, позволяющие ранжировать хозяйствующие субъекты по уровню инвестиционной привлекательности. Практическая значимость исследования состоит в возможности применения предложенной модели институтами развития, банковскими структурами и частными инвесторами для оценки объектов инвестирования в условиях структурной трансформации российской экономики.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, санкционное давление, импортозамещение, модель оценки, устойчивость к санкциям, технологический суверенитет, инвестиционные риски, промышленные предприятия, факторный анализ.

Введение

С 2022 года российская экономика функционирует в условиях санкционного давления, которое изменило конфигурацию внешнеэкономических связей, логистических цепочек и технологического взаимодействия. Одновременное ужесточение ограничительных мер со стороны недружественных государств и ускоренный переход к политике опережающего импортозамещения привели к глубокой структурной трансформации инвестиционных процессов [1; 2]. В этих условиях традиционные подходы к оценке инвестиционной привлекательности, базирующиеся преимущественно на финансовых коэффициентах и макроэкономических индикаторах открытости, перестают отражать реальные риски и возможности для инвесторов [3; 4].

Проблема инвестиционной привлекательности в новых экономических реалиях активно разрабатывается в современной научной литературе. Исследователи сходятся во мнении, что санкционные ограничения меняют структуру факторов, определяющих инвестиционные решения, смещая фокус с доходности на надёжность и устойчивость [5; 6]. Одним из ключевых направлений научного поиска становится оценка санкционной устойчивости как самостоятельной категории, включающей способность хозяйствующего субъекта поддерживать операционную деятельность и цепочки поставок в условиях внешних ограничений [7]. Параллельно исследуется вопрос об оценке потенциала импортозамещения, который из макроэкономической задачи трансформируется в микроэкономический фактор конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности отдельных предприятий [8; 9].

Согласно работе [10], существующие методические подходы остаются фрагментированными и либо акцентируют внимание на финансовых показателях, либо рассматривают отраслевые аспекты импортозамещения, но не предлагают инструментария, учитывающего одновременно финансовую состоятельность, уязвимость перед санкциями и готовность к технологическому обновлению. Недостаток моделей, применимых для оценки предприятий, затрудняет принятие обоснованных инвестиционных решений как государственными институтами развития, так и частными инвесторами [11].

Целью статьи является разработка модели, позволяющей дифференцированно оценивать инвестиционную привлекательность хозяйствующих субъектов на основе факторов финансово-экономической устойчивости, санкционной устойчивости и потенциала импортозамещения.

Материалы и методы исследования

Методологической базой исследования выступили труды учёных в области инвестиционного анализа, теории управления рисками и концепций импортозамещения. Важное значение для формирования концептуального подхода имели работы, посвящённые трансформации инвестиционных процессов в условиях санкционных ограничений, а также исследования, обосновывающие необходимость пересмотра традиционных критериев оценки инвестиционной привлекательности [11; 12].

Методологический инструментарий включал применение методов системного и сравнительного анализа для отбора и систематизация факторов инвестиционной привлекательности, значимость которых возрастает в условиях санкционного давления и политики импортозамещения. Определены весовые коэффициенты интегральных блоков и отдельных показателей модели. На основе методов экономико-математического моделирования построена модель оценки инвестиционной привлекательности (ИП-СИ), представляющая собой свёртку трех блоков показателей после их нормализации. Нормализация показателей осуществлялась методом линейного масштабирования, что обеспечило сопоставимость разнородных индикаторов, измеряемых в разных единицах [13].

Результаты и обсуждение

Проведённый анализ зафиксировал, как именно трансформировалась совокупность факторов, от которых ныне зависит привлекательность предприятий для инвесторов. Если до кризиса, ключевую роль играли рыночные индикаторы и финансовые результаты, то сегодня, при санкциях и форсированном замещении импорта, доминируют такие параметры, как устойчивость к внешним ограничениям и гибкость в технологической подстройке [1; 2].

Согласно [9], санкционные риски фирмы определяются не её текущей прибылью, а конфигурацией цепочек снабжения, наличием критического оборудования и софта из-за рубежа, а также вовлечённостью в

глобальные производственные сети. В работе [8] показано, что политика импортозамещения перенаправляет инвестиционные приоритеты и фокус смещается с сиюминутной доходности на долгосрочную технологическую самодостаточность. Это вынуждает пересматривать традиционные оценочные методики: они неспособны адекватно учесть новые системные риски [3].

Также, анализ научных публикаций позволяет выделить группы факторов, которые приобретают критическое значение в исследуемых условиях. Первая группа связана с финансово-экономической устойчивостью, однако её содержание трансформируется, например помимо традиционных коэффициентов, значение приобретает способность предприятия создавать свободный денежный поток, достаточный для финансирования импортозамещающих инвестиций [12]. Вторая группа факторов объединяет параметры санкционной устойчивости, включая уровень импортозависимости по критическим позициям, наличие альтернативных каналов поставок, степень локализации производства, а также структуру собственности с точки зрения аффилированности с юрисдикциями недружественных государств [7]. Третья группа факторов характеризует потенциал импортозамещения, который проявляется через наличие собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР), уровень технологической готовности к замещению импортных компонентов, а также участие в государственных программах поддержки импортозамещения [11; 14].

Опираясь на выделенные факторы инвестиционной привлекательности и на установленные тренды их эволюции, разработана модель-иерархия, включающая следующие блоки: блок финансово-экономической устойчивости (ФЭУ), блок санкционной устойчивости (СУ) и блок импортозаместительного потенциала (ПИЗ). Каждый блок обобщает показатели, описывающие соответствующий аспект функционирования хозяйствующего субъекта.

Выбор блоков продиктован необходимостью учесть разнородные факторы, воздействующие на инвестиционную привлекательность в текущих условиях. Финансовые метрики сигнализируют о текущей платёжеспособности бизнеса, но в нестабильной обстановке их одного для оценки долгосрочных перспектив мало. Выделение санкционной устойчивости в самостоятельную категорию подчёркивает, что при санкционных режимах этот фактор заметно влияет на инвестиционные решения. Что касается блока потенциала импортозамещения, он включён в модель на основании данных [15], которые подтверждают, что способность компании к технологической реновации и производственной локализации становится ключевым конкурентным преимуществом в период импортозамещения.

Показатель инвестиционной привлекательности (ИП-СИ) вычисляется как сумма с весами нормализованных значений трёх блоков по формуле

$$ИП - СИ = \alpha \cdot ФЭУ_{норм} + \beta \cdot СУ_{норм} + \gamma \cdot ПИЗ_{норм} \quad (1)$$

где α, β, γ – весовые коэффициенты соответствующих блоков, определенные методом экспертных оценок; $ФЭУ_{норм}$, $СУ_{норм}$, $ПИЗ_{норм}$ – нормализованные значения интегральных показателей по каждому блоку. Структура модели оценки инвестиционной привлекательности ИП-СИ приведена в таблице 1.

Таблица 1
Структура модели оценки инвестиционной привлекательности ИП-СИ

Блок модели	Весовой коэффициент	Назначение блока	Группы показателей
Финансово-экономическая устойчивость	0,35	Оценка текущей финансовой состоятельности и способности генерировать ресурсы для развития	Показатели рентабельности, ликвидности, финансовой устойчивости, деловой активности
Санкционная устойчивость	0,35	Оценка уязвимости перед санкционными ограничениями и способности поддерживать операционную деятельность	Уровень импортозависимости, диверсификация поставщиков, структура собственности, наличие критического импортного ПО/оборудования
Потенциал импортозамещения	0,30	Оценка готовности и способности к технологическому обновлению и локализации производства	Интенсивность НИОКР, наличие технологических разработок, участие в госпрограммах, уровень локализации

Источник: составлено автором

Для каждого блока модели предложен свой набор частных показателей, позволяющих измерить соответствующие аспекты работы хозяйствующего субъекта.

В блоке финансово-экономической устойчивости задействованы показатели, адаптированные под условия повышенной неопределённости. Рентабельность активов говорит об отдаче от ресурсов, коэффициент текущей ликвидности показывает возможность погашать краткосрочные обязательства, а соотношение долга и EBITDA даёт оценку долгосрочной финансовой устойчивости. В работе [16] отмечено, что в нестабильной экономике именно пропорция между заёмными средствами и операционной прибылью превращается в критический маркер инвестиционных рисков.

Блок санкционной устойчивости содержит показатели, которые в стандартных методиках анализа отсутствуют, но в нынешних условиях приобретают значение. Удельный вес импортных комплектующих в себестоимости продукции отражает зависимость от иностранных поставок, так, чем он выше, тем выше риск остановки производства при ужесточении санкций. Показатель наличия критического ПО и оборудования из недружественных стран помогает выявить уязвимости, подлежащие первоочередному замещению. Индекс диверсификации контрагентов, который рассчитывается через концентрацию поставок, даёт характеристику цепочкам снабжения [7].

Блок потенциала импортозамещения ориентирован на оценку способности предприятия к технологическому обновлению и реализации стратегии импортозамещения. Доля расходов на НИОКР в выручке отражает интенсивность инновационной активности, что является фактором создания собственных технологий. Наличие патентов на технологии в приоритетных отраслях свидетельствует о наличии защищенных технологических решений, которые могут быть коммерциализованы. Уровень локализации производства характеризует степень независимости от импортных компонентов. Участие в государственных программах импортозамещения рассматривается как индикатор институциональной поддержки и подтверждения статуса приоритетного проекта [9; 11]. Система показателей оценки инвестиционной привлекательности в условиях санкционного давления и импортозамещения приведена в таблице 2.

Таблица 2
Система показателей оценки инвестиционной привлекательности в условиях санкционного давления и импортозамещения

Блок модели	Показатель	Обозначение	Направление влияния	Метод расчёта
Финансово-экономическая устойчивость	Рентабельность активов	x_1	Прямое	Чистая прибыль
	Коэффициент текущей ликвидности	x_2	Прямое	Оборотные активы
	Отношение долга к EBITDA	x_3	Обратное	Долгосрочные и краткосрочные займы
	Коэффициент автономии	x_4	Прямое	Собственный капитал
Санкционная устойчивость	Доля импортных комплектующих в себестоимости	x_5	Обратное	Стоимость импортных МПЗ
	Индекс диверсификации поставщиков	x_6	Прямое	1 – Доля крупнейшего поставщика
	Наличие критического ПО или оборудования из недружественных стран	x_7	Обратное	0 – наличие критической зависимости, 1 – отсутствие
	Аффилированность с юрисдикциями недружественных стран	x_8	Обратное	0 – наличие аффилированности, 1 – отсутствие
Потенциал импортозамещения	Доля НИОКР в выручке	x_9	Прямое	Расходы на НИОКР
	Уровень локализации производства	x_{10}	Прямое	Добавленная стоимость, созданная в РФ
	Наличие патентов в приоритетных отраслях импортозамещения	x_{11}	Прямое	0 – отсутствие, 1 – наличие. Реестр Роспатента, данные предприятия
	Участие в государственных программах импортозамещения	x_{12}	Прямое	0 – не участвует, 1 – участвует

Источник: составлено автором на основе [3-7; 11].

Чтобы можно было сравнивать разные по единицам измерения и по направленности влияния на инвестиционную привлекательность показатели, в модели используется нормализация:

$$НОРМ_{(x)} = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

Показатели, имеющие обратное влияние, нормализуются по формуле:

$$НОРМ_{(x)} = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} \quad (3)$$

Если показатель бинарный, его нормализованное значение остаётся исходным. Когда все показатели нормализованы, значение для каждого блока считается как среднее арифметическое от нормализованных величин входящих в него индикаторов. Этот способ позволяет не назначать веса показателям внутри блока субъективно и делает расчёты понятными [13].

Исходя из величины интегрального показателя ИП-СИ, все хозяйствующие субъекты делятся на три группы по уровню инвестиционной привлекательности:

- высокий уровень (ИП-СИ ≥ 0,7) – у предприятия стабильные финансы, слабая уязвимость перед санкциями и хороший потенциал для импортозамещения;
- средний уровень (0,4 ≤ ИП-СИ < 0,7) – показатели у предприятия сбалансированы, но есть отдельные слабые места, которые инвестору стоит иметь в виду;
- низкий уровень (ИП-СИ < 0,4) – риски высоки, зависимость от импорта критическая и/или возможностей для импортозамещения нет.

В период структурной перестройки экономики такие инструменты, которые учитывают не одни лишь финансы, но ещё и технологические и геополитические факторы, помогают принимать взвешенные инвестиционные решения и тем самым укреплять экономический суверенитет.

Выводы

Таким образом, установлено, что традиционные подходы к оценке инвестиционной привлекательности, базирующиеся преимущественно на финансовых коэффициентах и рыночных индикаторах, утрачивают свою объяснительную силу в условиях геополитической нестабильности и структурной трансформации российской экономики. Санкционные ограничения и переход к политике импортозамещения привели к появлению новых рисков, которые не находят адекватного отражения в классических методиках инвестиционного анализа. К числу таких рисков относятся зависимость от критического импортного оборудования и комплектующих, уязвимость цепочек поставок перед внешними ограничениями, а также способность предприятия к оперативной адаптации и локализации производства.

Показана необходимость расширения системы факторов инвестиционной привлекательности за счёт включения блоков санкционной устойчивости и потенциала импортозамещения. Санкционная устойчивость предприятия определяется комплексом параметров, включающих уровень импортозависимости по критическим позициям, диверсификацию поставщиков, структуру собственности с точки зрения аффилированности с юрисдикциями, а также наличие критического программного обеспечения и оборудования из стран, применяющих санкции. Потенциал импортозамещения, в свою очередь, характеризуется интенсивностью НИОКР, наличием патентных решений в приоритетных отраслях, уровнем локализации производства и участием в государственных программах поддержки.

Разработана модель оценки инвестиционной привлекательности ИП-СИ, включающая показатели финансово-экономической устойчивости, санкционной устойчивости и потенциала импортозамещения. Эта модель основана на системе из частных показателей, каждый из которых может быть рассчитан на основе данных финансовой отчётности, управленческой информации и экспертных оценок. Методика нормализации показателей и расчёта индекса обеспечивает сопоставимость разнородных факторов и позволяет ранжировать хозяйствующие субъекты по уровню инвестиционной привлекательности с выделением групп высокого, среднего и низкого уровней.

Разработанная структура модели позволяет преодолеть разрозненность существующих подходов, обеспечивая учёт как традиционных финансовых индикаторов, так и специфических факторов, обусловленных современными вызовами. Выделение санкционной устойчивости и потенциала импортозамещения в самостоятельные блоки демонстрирует их равнозначную роль в формировании инвестиционной привлекательности в условиях структурной трансформации. Значимость модели заключается в возможности её применения институтами развития, банковскими структурами и частными инвесторами для оценки объектов инвестирования с учётом новых системных рисков и приоритетов развития.

Литература

1. Глазьев С.Ю. О неотложных мерах по укреплению экономической безопасности России и выводу российской экономики на траекторию опережающего развития // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2015. – Т. 196, № 7. – С. 86-186.
2. Российская экономика в 2020 году. Тенденции и перспективы. Вып. 42 / под науч. ред. А.Л. Кудрина, В.А. Мау, А.Д. Радыгина, С.Г. Синельникова-Мурылева. – Москва: Изд-во Института Гайдара, 2021. – 712 с.
3. Лихвойнен А.В., Макарова Т.С., Розов А.А., Солодкова Е.В., Степанова А.А., Комарова М.В. Анализ подходов к оценке инвестиционной привлекательности организации // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2021. – № 5-2. – С. 237-243. – DOI: 10.17513/vaael.1711
4. Болодурина М.П., Елизарьева Е.А. Многоуровневая методика оценки инвестиционной привлекательности малых и средних предприятий сферы сервиса // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 281-302. – DOI: 10.18334/epp.15.1.122126
5. Горбатко Е.С., Жаднов А.И. Инвестиционная политика Российской Федерации: влияние санкций // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15. – С. 1-9.
6. Хохлова Т.П. Повышение инвестиционной привлекательности региона в условиях экономических санкций // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. – 2025. – № 3. – С. 106-115. – DOI: 10.21686/2413-2829-2025-3-106-115
7. Коркин М.А. Инвестиционная привлекательность российской обрабатывающей промышленности в условиях санкций и ограничений // Вестник университета. – 2023. – № 3. – С. 144-152. – DOI: 10.26425/1816-4277-2023-3-144-152
8. Титова О.В., Восканян Н.А. Импортозамещение: понятие, сущность, особенности // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2021. – № 7 (57). – С. 105-110.
9. Ленчук Е.Б. Трансформация российской экономики в условиях формирования технологического суверенитета: монография. – Санкт-Петербург: Алетейя, 2024. – 368 с.
10. Молчанова Н.П. Социально-экономическое развитие России и проблемы пространственного структурирования // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2021. – Т. 23, № 1. – С. 64-76.
11. Тютюкина Е.Б., Данилов А.И., Абросимова О.М. Оценка инвестиционной привлекательности высокотехнологичных компаний // Вестник университета. – 2020. – № 11. – С. 165-173.
12. Шкодинский С.В., Назаров А.Г. Оценка инвестиционной привлекательности промышленных предприятий: условия и детерминанты // Вестник Евразийской науки. – 2020. – № 1. – С. 1-13.
13. Российская экономика в условиях санкционных ограничений: динамика и структурные изменения // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2023. – № 6. – С. 7-25. – DOI: 10.52180/2073-6487_2023_6_7_25
14. Кривякин К.С., Щёголева Т.В. Импортозамещение как инструмент развития и модернизации промышленного производства // Организатор производства. – 2023. – Т. 31, № 3. – С. 15-28. – DOI: 10.36622/VSTU.2023.18.89.002
15. Джалилов Э.В., Тохаева З.А. Импортозамещение в условиях санкций: проблемы и перспективы Российской Федерации // Деловой вестник предпринимателя. – 2023. – № 4 (14). – С. 24-26.
16. Куликов А.Р., Мартыненко Н.Н. Влияние санкций на экономику России: к вопросу формирования модели // Финансовые рынки и банки. – 2023. – № 7. – С. 3-8.

Modeling investment attractiveness factors in the context of sanctions and import substitution

Runkov V.D., Ivanova O.E.

Ivanovo State Power Engineering University named after V.I. Lenin

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The aim of this study is to substantiate and develop an integrated model for assessing the investment attractiveness of economic entities, taking into account new challenges arising from the tightening of sanctions and the implementation of import substitution policies. Given the structural transformation of the Russian economy, traditional approaches to assessing investment attractiveness, based primarily on financial ratios, no longer reflect the real risks and opportunities for investors, necessitating a revision of the methodological framework. The study's methodological framework includes methods of systemic and comparative analysis for selecting and systematizing investment attractiveness factors, as well as economic and mathematical modeling methods for constructing an integrated indicator. Normalization of heterogeneous indicators was carried out using a linear scaling method, ensuring their comparability. The scientific novelty lies in the identification and theoretical substantiation of two additional sets of factors that, in modern conditions, are acquiring critical significance alongside traditional financial and economic indicators. Unlike existing fragmented approaches, the proposed model provides a comprehensive accounting of the diverse factors influencing investment attractiveness in the context of geopolitical instability. The IP-SI model is constructed, comprising three integral blocks: financial and economic stability, sanctions resistance, and import substitution potential, each of which aggregates a system of individual indicators. A methodology for normalizing the indicators and an algorithm for calculating the integral index have been developed, allowing for ranking economic entities by level of investment attractiveness. The practical significance of the study lies in the potential application of the proposed model by development institutions, banking structures, and

private investors for the differentiated assessment of investment targets amid the structural transformation of the Russian economy.

Keywords: investment attractiveness, sanctions pressure, import substitution, assessment model, sanctions resistance, technological sovereignty, investment risks, industrial enterprises, factor analysis.

References

1. Glazyev S.Yu. On Urgent Measures to Strengthen Russia's Economic Security and Put the Russian Economy on a Trajectory of Advanced Development // Scientific Works of the Free Economic Society of Russia. – 2015. – Vol. 196, No. 7. – Pp. 86-186.
2. Russian Economy in 2020. Trends and Prospects. Issue 42 / Ed. by A.L. Kudrin, V.A. Mau, A.D. Radygin, S.G. Sinelnikov-Murylev. – Moscow: Gaidar Institute Publishing House, 2021. – 712 p.
3. Likhvoynen A.V., Makarova T.S., Rozov A.A., Solodkova E.V., Stepanova A.A., Komarova M.V. Analysis of Approaches to Assessing the Investment Attractiveness of an Organization // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2021. – No. 5-2. – Pp. 237-243. – DOI: 10.17513/vaael.1711
4. Bolodurina M.P., Elizaryeva E.A. A Multi-Level Methodology for Assessing the Investment Attractiveness of Small and Medium-Sized Enterprises in the Service Sector // Economics, Entrepreneurship and Law. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 281-302. – DOI: 10.18334/epp.15.1.122126
5. Gorbatko E.S., Zhadnov A.I. Investment Policy of the Russian Federation: The Impact of Sanctions // Eurasian Science Bulletin. – 2023. – Vol. 15. – Pp. 1-9.
6. Khokhlova T.P. Enhancing the Investment Attractiveness of a Region under Economic Sanctions // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. – 2025. – No. 3. – Pp. 106-115. – DOI: 10.21686/2413-2829-2025-3-106-115
7. Korkin M.A. Investment Attractiveness of the Russian Manufacturing Industry under Sanctions and Restrictions // University Bulletin. – 2023. – No. 3. – Pp. 144-152. – DOI: 10.26425/1816-4277-2023-3-144-152
8. Titova O.V., Voskanyan N.A. Import Substitution: Concept, Essence, Features // Innovative Economy: Prospects for Development and Improvement. – 2021. – No. 7 (57). – Pp. 105-110.
9. Lenchuk E.B. Transformation of the Russian Economy in the Context of Technological Sovereignty Formation: A Monograph. – Saint Petersburg: Aleteya, 2024. – 368 p.
10. Molchanova N.P. Socio-Economic Development of Russia and Problems of Spatial Structuring // Bulletin of Volgograd State University. Economics. – 2021. – Vol. 23, No. 1. – Pp. 64-76.
11. Tyutyukina E.B., Danilov A.I., Abrosimova O.M. Assessment of Investment Attractiveness of High-Tech Companies // University Bulletin. – 2020. – No. 11. – Pp. 165-173.
12. Shkodinsky S.V., Nazarov A.G. Assessment of Investment Attractiveness of Industrial Enterprises: Conditions and Determinants // Eurasian Science Bulletin. – 2020. – No. 1. – Pp. 1-13.
13. The Russian Economy under Sanctions: Dynamics and Structural Changes // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. – 2023. – No. 6. – Pp. 7-25. – DOI: 10.52180/2073-6487_2023_6_7_25
14. Krivyakin K.S., Shchegoleva T.V. Import Substitution as a Tool for Development and Modernization of Industrial Production // Organizer of Production. – 2023. – Vol. 31, No. 3. – Pp. 15-28. – DOI: 10.36622/VSTU.2023.18.89.002
15. Dzhalilov E.V., Tokhaeva Z.A. Import Substitution under Sanctions: Problems and Prospects of the Russian Federation // Business Bulletin of the Entrepreneur. – 2023. – No. 4 (14). – Pp. 24-26.
16. Kulikov A.R., Martynenko N.N. The Impact of Sanctions on the Russian Economy: On the Issue of Model Formation // Financial Markets and Banks. – 2023. – No. 7. – Pp. 3-8.

Оценка социально-экономической устойчивости регионов России в условиях структурных шоков и глобальной неопределенности

Савельев Дмитрий Александрович
Главный специалист, НК «Роснефть», Mr.dmitry.savelyev@yandex.ru

В статье представлены результаты первого этапа исследования, посвященного моделированию адаптивных стратегий регионов Российской Федерации в условиях структурных шоков и глобальной неопределенности. На основе официальных статистических данных Росстата за 2021-2024 гг. проведен комплексный анализ динамики ключевых социально-экономических показателей субъектов Российской Федерации, охватывающий: инвестиционную активность, доходы населения, занятость, потребительскую динамику и отраслевую структуру. По данным на 2024 г. выявлена высокая степень межрегиональной дифференциации: разрыв в среднедушевых доходах между максимальным (Чукотский автономный округ – 187 687 руб./мес.) и минимальным (Республика Ингушетия – 27 311 руб./мес.) составил 6,9 раз. Коэффициент вариации доходов вырос с 44,6% (2021 год) до 46,7% (2024 год), что свидетельствует об усилении пространственного неравенства в условиях внешних шоков. Выявлен феномен «рассогласования» между ростом доходов и потребительской активностью в ряде регионов, предложен авторский индекс структурного дисбаланса (ИСД) на основе среднего ранга по совокупности социально-экономических показателей. Результаты настоящего исследования формируют эмпирическую базу для последующего этапа – разработки моделей адаптивных стратегий регионов.

Ключевые слова: региональное развитие, социально-экономическая дифференциация регионов, адаптивность региональных систем, структурные шоки экономики, глобальная экономическая неопределенность.

1. Введение

Современный этап развития мировой экономики характеризуется беспрецедентным количеством структурных шоков различной природы: от санкционных ограничений [1], постпандемийных трансформаций [2] и технологических сдвигов до климатических изменений и рисков. Для Российской Федерации данные вызовы приобретают особую остроту, в силу высокой пространственной неоднородности страны: 85 субъектов Федерации обладают принципиально различными стартовыми условиями, ресурсной базой и институциональными возможностями адаптации.

В научном сообществе формируется консенсус о недостаточности традиционных подходов к региональной политике в условиях «эпохи множественных шоков» (polycrisis) [3]. Концепция региональной резильентности [10,11,12], активно разрабатываемая зарубежными исследователями [4,5], указывает на принципиальное различие между адаптацией (возврат к исходному состоянию) и трансформационной устойчивостью (переход на качественно новый уровень развития). Вместе с тем прикладные исследования, ориентированные на российскую региональную специфику [14] и опирающиеся на актуальные данные 2021-2024 гг., остаются крайне редкими.

Целью настоящей статьи является выявление закономерностей социально-экономического развития регионов Российской Федерации в условиях структурных шоков и неблагоприятных факторов внешней среды на основе анализа статистических данных для последующего моделирования адаптивных стратегий.

Для достижения данной цели решались следующие задачи: провести комплексный анализ ключевых социально-экономических показателей (СЭП) субъектов Российской Федерации за 2021-2024 гг.; выявить особенности межрегиональной дифференциации; определить среди регионов России устойчивых лидеров и отстающих внутри федеральных округов; провести анализ структурных дисбалансов регионов как факторов уязвимости к внешним шокам; провести апробацию разработанного автором настоящего исследования индекса структурного дисбаланса (ИСД).

2. Методология исследования

Методологической основой исследования выступает системный подход к анализу региональной экономики как сложной социально-экономической системы, функционирующей в условиях неопределенности [6]. Информационной базой послужили официальные данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации (Росстат) [13] за период 2021-2024 гг. Анализ охватывает 85 субъектов Российской Федерации и включает следующие показатели: Среднедушевые денежные доходы населения, (руб./мес.); Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, (руб.); Инвестиции в основной капитал, (млрд.руб); Оборот розничной торговли, (млрд.руб); Среднегодовая численность занятых, (тыс.чел); Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха, водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений), (млрд.руб).

В рамках исследования применялись следующие методы: Сравнительный статистический анализ; Ранговая оценка регионов (ранжирование по 69 показателям); Межокружные сопоставления; Структурная интерпретация динамики показателей; Расчет индекса Херфиндаля-Хиршмана (HHI) для оценки концентрации отраслевой структуры.

Авторским вкладом является разработка Индекса Структурного Дисбаланса (ИСД) – показателя, отражающего среднее значение ранга региона по совокупности 69 СЭП в пределах федерального округа. Формально: ИСД $= (1/n) \times \sum R_{ij}$, где R_{ij} – ранг i-го региона по j-му показателю, n – число показателей. Низкое значение ИСД соответствует стабильно высоким позициям региона (лидер); высокие – устойчивой депрессивности (отстающий). Промежуточные значения при высокой дисперсии рангов указывают на структурный дисбаланс: одновременное лидерство по одним и отставание по другим показателям.

3. Результаты исследования

3.1. Динамика доходов населения и межрегиональная дифференциация

За исследуемый период (2021-2024 гг.) среднедушевые денежные доходы населения Российской Федерации выросли с 40 272 руб./мес. до 63 959 руб./мес., что соответствует приросту на 58,8% в номинальном выражении. Динамика охватывает период острого санкционного воздействия 2022 г., постадаптационное восстановление 2023 г. и относительную стабилизацию 2024 г.

Вместе с тем, агрегированные показатели скрывают принципиальную неоднородность регионального пространства. По данным 2024 г., максимальный уровень среднедушевых доходов зафиксирован в Чукотском автономном округе (187 687 руб./мес.), Ямало-Ненецком автономном округе (154 347 руб./мес.) и Ненецком автономном округе (143 512 руб./мес.). Минимальные значения характерны для Республики Ингушетия (27 311 руб./мес.), Карачаево-Черкесской Республики (29 960 руб./мес.) и Республика Тыва (34 294 руб./мес.). Соотношение максимального и минимального значения составило 6,9 раз – показатель, сопоставимый с диспропорциями стран с высоким уровнем региональной поляризации.

Коэффициент вариации среднедушевых доходов по регионам Российской Федерации вырос с 44,6% в 2021 г. до 46,7% в 2024 г. Данная динамика опровергает гипотезу о конвергентном характере постшоковой адаптации и свидетельствует об усилении пространственного неравенства в условиях внешних воздействий. Наибольший прирост доходов за рассматриваемый период зафиксирован в Сибирском (+64,43%) и Дальневосточном (+59,8%) федеральных округах [19]; наименьший – в Южном (+52,73%) и Северо-Кавказском (+52,03%) федеральных округах (Рисунок 1).

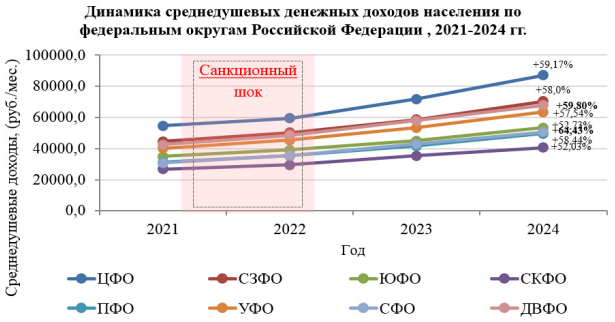


Рисунок 1. Динамика среднедушевых денежных доходов населения по федеральным округам Российской Федерации, 2021-2024 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации (Росстат) за 2021-2024 гг.; расчеты автора

Примечательно, что среднемесячная номинальная заработная плата работников организаций выросла с 57 244 руб. (2021 год) до 89 069 руб. (2024 год), прирост составил 55,59% – несколько ниже, чем прирост среднедушевых доходов (58,81%) – с 40 272 руб. (2021 год) до 63 959 руб. (2024 год). Это косвенно указывает на увеличение роли иных источников доходов: социальные выплаты, предпринимательские доходы, военные надбавки и др.

3.2. Инвестиционная активность федеральных округов и регионов: асимметрия восстановительного роста

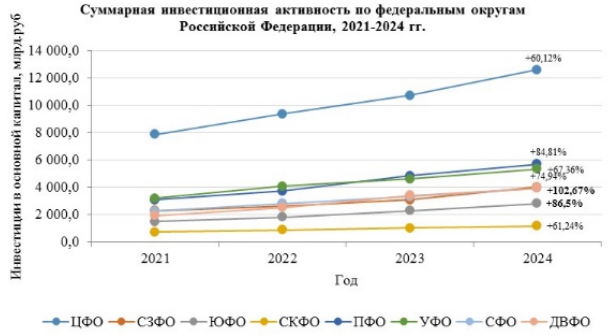


Рисунок 2. Суммарная инвестиционная активность по федеральным округам Российской Федерации, 2021-2024 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации (Росстат) за 2021-2024 гг.; расчеты автора

Инвестиции в основной капитал являются ключевым индикатором долгосрочной адаптационной способности региональной экономики. В целом по Российской Федерации объем инвестиций вырос с 22 842,2 млрд.руб в 2021 году до 39 470,8 млрд.руб. в 2024 году, прирост составил 72,79%. Однако, данная динамика носит выраженно асимметричный характер.

Наибольший прирост инвестиций зафиксирован в Дальневосточном (+102,67%) и Южном (+86,5%) федеральных округах; наименьший – в Центральном (+60,12%) и Северо-Кавказском (+61,24%) федеральных округах (Рисунок 2).

Лидерами инвестиционного роста за 2021-2024 гг. стали: Республика Алтай (+253,95%), Республика Тыва (+186,49%), Хабаровский край (+156,60%), г. Севастополь (+151,0%), Ленинградская область (+150,79%). Регионы с отрицательной или нулевой динамикой инвестиций – Астраханская область (-7,88%), Республика Ингушетия (-6,86%) – демонстрируют нарастание структурных рисков на фоне общероссийского роста (Рисунок 3).

Рисунок 3. Регионы-лидеры и отстающие инвестиционного роста, 2021-2024 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации (Росстат) за 2021-2024 гг.; расчеты автора

Проведенный анализ показывает, что Уральский федеральный округ сохраняет абсолютное лидерство по суммарным инвестициям, формируемым преимущественно за счет нефтегазодобывающих регионов (ХМАО-Югра, ЯНАО). Центральный федеральный округ демонстрирует стабильный рост, обусловленный агломерационным эффектом города федерального значения (г. Москва). Характерно, что инвестиционный рост Центрального федерального округа (без г. Москвы) существенно уступает общероссийским темпам, что подтверждает тезис о концентрации инвестиционного потенциала вокруг крупной столичной агломерации.

3.3. Индекс структурного дисбаланса (ИСД) федеральных округов и регионов Российской Федерации: интегральная оценка социально-экономических показателей

Предложенный авторский ИСД позволяет операционализировать концепцию структурной уязвимости региона к внешним шокам. На основе проведенных расчетов Индекса Структурного Дисбаланса (ИСД) наименьший средний ранг и наибольшую устойчивость демонстрирует Уральский федеральный округ (ср. ранг = 2,5, Рисунок 4). Средняя ранговая оценка по совокупности федеральных округов составила 5,6.

Среди регионов, которые занимают верхние позиции рейтинга стоит отметить следующие: Свердловскую область с рангом 1,81; Республику Татарстан с рангом 1,23 (Рисунок 5). Данные регионы, несмотря на то, что имеют разные экономические профили, демонстрируют стабильно высокие результаты по всему спектру анализируемых параметров, что позволяет отнести данные территории к сбалансированным.

Вместе с тем, наиболее интересной представляется ситуация, складывающаяся в Центральном федеральном округе, в котором в ходе исследований зафиксирован максимальный размах вариации ранговых оценок. Безусловными лидерами являются г. Москва и Московская область, имеющие сводные ранги на уровне 2,29 и 2,33, соответственно. Данные регионы являются лидерами социально-экономического развития России, в том числе за счет концентрации финансовых, интеллектуальных и управленческих ресурсов. На другом полюсе находятся такие регионы, как: Ивановская область с рангом 15,45 и Костромская область с рангом 16,03 – данные регионы характеризируются хронических дефицитом инвестиционных ресурсов, многолетней тенденцией к оттоку населения в крупные агломерации. Такая внутренняя поляризация среди регионов одного федерального округа представляет не менее значимую проблему и заслуживает специального исследовательского внимания.

С учетом изложенного, полученные нами результаты позволяют сформулировать весьма важное наблюдение методологического характера. Среднее значение сводного ранга не дает исчерпывающее представление о социально-экономическом состоянии региона, не менее значимым является показатель дисперсии ранговых оценок по отдельным компонентам. Регион, который демонстрирует приемлемое среднее значение, но при этом характеризующийся высоким разбросом частных ранговых оценок представляет собой асимметричный с токи зрения развития экономики субъект. Такой регион может условно занимать лидирующие позиции по уровню занятости и объему промышленного производства, но одновременно значительно уступать другим регионам по объему привлеченных инвестиций в основной капитал и другим показателям. Приведенный пример отражает ситуацию, при котором регион является структурно уязвимым: внешний фактор или негативный шок, затрагивающий значимый передовой сектор способен привести к резкому ухудшению общей социально-экономической ситуации по причине того, что отсутствует «компенсирующий» эффект со стороны других секторов и сфер экономики.

Субъекты, характеризующиеся равномерно низкими (благоприятными) ранговыми значениями по всему набору исследуемых индикаторов, обладают более высоким запасом прочности. Экономическая структура таких регионов диверсифицирована так, что ослабление одного сектора в значительной мере нивелируется сохранением устойчивости в других секторах.

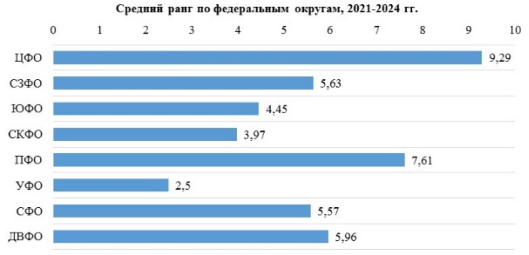


Рисунок 4. Индекс структурного дисбаланса (ИСД) по федеральным округам Российской Федерации, 2021-2024 гг. Источник: расчеты автора на основе данных Росстата за 2021-2024 гг.; расчеты автора

Рисунок 5. Индекс структурного дисбаланса (ИСД) по федеральным округам Российской Федерации (Топ-10 лидеров и отстающих), 2021-2024 гг. Источник: расчеты автора на основе данных Росстата за 2021-2024 гг.; расчеты автора

3.4. Структурный профиль регионов: отраслевая концентрация и диверсификация

В ходе анализа отраслевой конфигурации региональных экономик на основе данных об объемах отгруженной продукции по видам экономической деятельности выявлены две основные группы регионов: регионы с преобладанием отраслей, связанных с добычей природных ресурсов и их первичной обработкой, а также регионы с преимущественно обрабатывающими производствами различной технологической сложности.

В целях проведения количественной характеристики степени отраслевой концентрации в обрабатывающем секторе нами был рассчитан индекс Херфиндаля-Хиршмана по регионам России. Полученные нами результаты по выборке регионов Центрального федерального округа показали неоднородность российского экономического пространства даже на уровне сопредельных территорий в границах одного федерального округа: среднее значение индекса составило 0,79, при этом амплитуда колебаний индекса оказалась весьма значительной от 0,57 в Курской области до 0,91 в Липецкой области (Таблица 1).

Регионы с высоким HHI и монопродуктовым профилем демонстрируют большую волатильность инвестиционных и доходных показателей в ответ на отраслевые шоки. Так, металлургические регионы (Липецкая, Тульская, Вологодская области) показали неравномерную динамику ВРП в 2022-2023 гг. вследствие санкционного давления на экспортные рынки черных металлов. Напротив, диверсифицированные регионы (Воронежская, Нижегородская области) продемонстрировали более сглаженную адаптационную траекторию (Рисунок 6).

Рисунок 6. Структурный профиль «сырьевые» и «индустриальные» по федеральным округам Российской Федерации, 2024 гг. Источник: Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации (Росстат) за 2024 гг.; расчеты автора

Таблица 1
Индекс Херфиндаля-Хиршмана (HHI) концентрация отраслевой структуры регионов Российской Федерации, 2021 и 2024 гг.

Центральный федеральный округ	2024 г.	2021 г.
Липецкая область	0,91	0,92
Калужская область	0,90	0,91
Тульская область	0,89	0,85
Брянская область	0,87	0,82
Тамбовская область	0,87	0,85
Владимирская область	0,86	0,85
Орловская область	0,82	0,79
Московская область	0,82	0,79
Ивановская область	0,80	0,74
Ярославская область	0,80	0,79
Рязанская область	0,79	0,78
г. Москва	0,78	0,62
Костромская область	0,72	0,65
Воронежская область	0,71	0,67
Смоленская область	0,71	0,66
Тверская область	0,69	0,63
Белгородская область	0,64	0,57
Курская область	0,57	0,40

4. Обсуждение результатов и выводы

Полученные результаты подтверждают и уточняют ряд выводов, ранее сформулированных в научных трудах ученых по региональной экономике [17]. Во-первых, устойчивая пространственная поляризация, зафиксированная нами через рост коэффициента вариации доходов (с 44,6% до 46,7%), согласуется с положениями теории «центр-периферия» [7] и результатами работ по российской пространственной экономике [8]. Вместе с тем, наши данные позволяют уточнить периоды обострения: санкционный шок 2022 года обусловил временное снижение разрыва (перераспределение через систему социальных трансфертов), тогда как период 2023-2024 гг. демонстрирует возобновление поляризационных тенденций социально-экономического развития регионов.

Во-вторых, феномен «рассогласования» доходно-потребительской динамики, зафиксированный в данном исследовании, может интерпретироваться через призму концепции «смягчения потребительских ожиданий» [9]: население в условиях высокой неопределенности увеличивает норму сбережений, откладывая крупные потребительские решения. Данный паттерн характерен для периодов структурных шоков и является индикатором снижения потребительского доверия.

В-третьих, предложенный нами ИСД вносит методологический вклад в операционализацию понятия «региональная резильентность» [18]. В отличие от многих существующих подходов, опирающихся на отдельные показатели (ВРП, безработица), ИСД учитывает согласованность всей системы социально-экономических показателей. Регионы с

высокими ИСД (отстающие) в наибольшей степени нуждаются в дифференцированных мерах государственной поддержки, ориентированных на устранение конкретного «узкого места», а не на универсальные экономические инструменты.

Вместе с тем, необходим отметить ряд ограничений, которые стоит принимать во внимание при интерпретации полученных данных. Прежде всего, следует уточнить, что основная часть расчетов была выполнена на базе номинальных стоимостных показателей, несмотря на предпринимаемые попытки учесть ценовой фактор, полноценная корректировка межрегиональных различий по уровню цен и темпам инфляции проведена в данном исследовании не была. Данное обстоятельство может искажать картину в отношении, например, регионов Крайнего Севера и Дальнего Востока. Кроме того, по некоторым субъектам и показателям статистическая база остаётся весьма фрагментарной [16]. Указанные ограничения планируется нивелировать на следующем этапе исследовательской работы, посвященном построению сценарных моделей адаптивного регионального развития.

С учетом проведенных расчетов и аналитических процедур сформулируем несколько ключевых выводов, которые имеют как научное, так и прикладное значение.

Во-первых, социально-экономическое региональное пространство характеризуется нарастающей внутренней неоднородностью, при этом, под влиянием внешних шоков данная тенденция только усиливается. Так, коэффициент вариации среднедушевых денежных доходов населения увеличился с 44,6% в 2021 году до 46,7% в 2024 году, с кратностью разрыва между наиболее и наименее обеспеченным населением регионов в 6,9 раза. Полученные нами данные заставляют поставить под сомнение распространенное представление о том, что кризисные периоды запускают механизмы конвергенции и подтягивают отстающие территории к уровню лидеров.

Во-вторых, анализируя инвестиционную активность по регионам следует отметить выраженную поляризацию: отдельные регионы демонстрировали высокие темпы наращивания капиталовложений (Республика Алтай с приростом на 253,0%, Республика Тыва с приростом на 186,5%), другие регионы, напротив, демонстрировали существенное сокращение инвестиций (Астраханская область с сокращением на 7,9%, Республика Ингушетия с сокращением на 6,9%).

В-третьих, обнаруженная нами в ходе исследования рассогласованность между динамикой доходов и потребительским поведением домохозяйств указывает на структурный и глубинный характер происходящих трансформаций. Происходящие процессы усиления сберегательных мотивов – ограничивают мультипликативное воздействие региональной экономической политики по реализации мер стимулирования покупательской способности и требуют формирования новых мероприятий и подходов.

В-четвертых, разработанный нами ИСД (индекс структурного дисбаланса) является важным инструментом типологизации регионов с точки зрения их устойчивости. На основе проведенной апробации осуществлено группирование регионов России на 3 группы: 1 группа – системные лидеры (г. Москва, Республика Татарстан, Тюменская область); 2 группа – отстающие регионы (Ивановская область, Костромская область); 3 группа – регионы со структурными перекосами, нуждающиеся в точечных адресных инструментах.

В-пятых, на основе расчета индекса Херфиндаля-Хиршмана было доказано, что отраслевая диверсификация является значимым фактором, определяющим способность региона сохранять устойчивость при внешних шоках. Регионы России с монопрофильной экономической структурой [20] характеризуются большими амплитудными колебаниями ключевых социально-экономических показателей в ответ на внешнее давление в виде санкций или иные глобальные шоки. Данный факт придает дополнительный вес аргументам в пользу целенаправленной региональной политики по диверсификации отраслей.

Полученные результаты и выводы создают достаточную эмпирическую базу для перехода к следующему исследовательскому этапу, который включает в себя конструирование и верификацию моделей адаптивных стратегий регионального развития в условиях структурных шоков и глобальной неопределенности. Учитывая это, важными направлениями дальнейшей углубленной работы станут следующие важные направления: возможность использования ИСД (индекса структурного дисбаланса) в качестве превентивного обнаружения формирующихся структурных кризисов на уровне отдельной территории; анализ того может ли государственное инвестиционное стимулирование компенсировать структурные слабости того или иного региона; проверка применимости сформулированных нами выводов к городским агломерациям и сельским территориям.

Литература

1. Acemoglu, D., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. American Economic Review, 105(2), 564-608.

2. Boin, A., Ekengren, M., & Rhinard, M. (2021). Hiding in plain sight: COVID-19 and the study of compound, cascading crises. Risk, Hazards & Crisis in Public Policy, 12(4), 410-422.

3. Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change, 16(3), 253-267.

4. Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation. Journal of Economic Geography, 15(1), 1-42.

5. Boschma, R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. Regional Studies, 49(5), 733-751.

6. Гранберг, А.Г. (2003). Основы региональной экономики: Учебник для вузов. Изд. Дом ГУ ВШЭ.

7. Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. Journal of Political Economy, 99(3), 483-499.

8. Зубаревич, Н.В. (2019). Регионы России: Неравенство, кризис, модернизация. Независимый институт социальной политики.

9. Mishkin, F. (1978). Consumer sentiment and spending on durable goods. Brookings Papers on Economic Activity, 1978(1), 217-231.

10. Christopherson, S., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Regional resilience: Theoretical and empirical perspectives. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1), 3-10.

11. Reggiani, A., De Graaff, T., & Nijkamp, P. (2002). Resilience: An evolutionary approach to spatial economic systems. Networks and Spatial Economics, 2(2), 211-229.

12. Sensier, M., Bristow, G., & Healy, A. (2016). Measuring regional economic resilience across Europe: Operationalizing a complex concept. Spatial Economic Analysis, 11(2), 128-151.

13. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Регионы России: социально-экономические показатели, 2021-2024 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 15.03.2026).

14. Минакир, П.А., & Демьяненко, А.Н. (2010). Очерки по пространственной экономике. Институт экономических исследований ДВО РАН.

15. Кузнецова, О.В. (2020). Региональная политика России: 20 лет реформ и новые возможности. Книжный дом «ЛИБРОКОМ».

16. Лексин, В.Н., & Швецов, А.Н. (2003). Государство и регионы: Теория и практика государственного регулирования территориального развития. УРСС.

17. Drabenstott, M. (2006). Rethinking federal policy for regional economic development. Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City, 91(1), 115-142.

18. Давлетшина, Л.А., & Гаврилова, Н.М. (2022). Оценка адаптивного потенциала регионов России в условиях кризиса. Вопросы региональной экономики, 51(2), 45-58.

19. Пилясов, А.Н. (2021). Новый экономический образ Арктики: Из изоляции к функциональной интеграции. ИД «Дело».

20. Кузнецова, Б.В. (2023). Промышленная политика в период трансформации: Уроки для регионов. Российский журнал менеджмента, 21(1), 5-28.

Assessing the socio-economic resilience of Russian regions in the context of structural shocks and global uncertainty

Saveliev D.A.
NK Rosneft

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This paper presents the findings of the first stage of a research project focused on modelling adaptive strategies of Russian Federation regions under conditions of structural shocks and global uncertainty. Drawing on official statistical data published by Rosstat for 2021-2024, a comprehensive analysis of the dynamics of key socioeconomic indicators across the subjects of the Russian Federation was conducted, encompassing investment activity, household incomes, employment, consumer dynamics, and sectoral structure. As of 2024, a high degree of inter-regional differentiation was identified: the gap in per capita monetary incomes between the highest-income region (Chukotka Autonomous Okrug – 187,687 roubles per month) and the lowest-income region (the Republic of Ingushetia – 27,311 roubles per month) reached a factor of 6.9. The coefficient of variation of incomes increased from 44.6% (2021) to 46.7% (2024), indicating a widening of spatial inequality under conditions of external shocks. A phenomenon of "decoupling" between income growth and consumer activity was identified across a number of regions. An original Structural Imbalance Index (SII), based on the average rank of a region across a set of socioeconomic indicators, is proposed. The findings of the present study establish the empirical foundation for the subsequent stage of research – the development of models of adaptive regional development strategies.

Keywords: regional development, socioeconomic differentiation of regions, adaptive capacity of regional systems, structural economic shocks, global economic uncertainty.

References

1. Acemoglu, D., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. American Economic Review, 105(2), 564-608.
2. Boin, A., Ekengren, M., & Rhinard, M. (2021). Hiding in plain sight: COVID-19 and the study of compound, cascading crises. Risk, Hazards & Crisis in Public Policy, 12(4), 410-422.
3. Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change, 16(3), 253-267.
4. Martin, R., & Sunley, P. (2015). On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation. Journal of Economic Geography, 15(1), 1-42.
5. Boschma, R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. Regional Studies, 49(5), 733-751.
6. Granberg, A.G. (2003). Fundamentals of Regional Economics: A University Textbook. Moscow: HSE Publishing House. [In Russian].
7. Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. Journal of Political Economy, 99(3), 483-499.
8. Zubarevich, N.V. (2019). Russian Regions: Inequality, Crisis, and Modernisation. Moscow: Independent Institute for Social Policy. [In Russian].
9. Mishkin, F. (1978). Consumer sentiment and spending on durable goods. Brookings Papers on Economic Activity, 1978(1), 217-231.
10. Christopherson, S., Michie, J., & Tyler, P. (2010). Regional resilience: Theoretical and empirical perspectives. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society, 3(1), 3-10.
11. Reggiani, A., De Graaff, T., & Nijkamp, P. (2002). Resilience: An evolutionary approach to spatial economic systems. Networks and Spatial Economics, 2(2), 211-229.
12. Sensier, M., Bristow, G., & Healy, A. (2016). Measuring regional economic resilience across Europe: Operationalizing a complex concept. Spatial Economic Analysis, 11(2), 128-151.
13. Federal State Statistics Service (Rosstat). Regions of Russia: Socioeconomic Indicators, 2021–2024. [Online resource]. URL: https://rosstat.gov.ru (accessed: 15 March 2026). [In Russian].
14. Minakir, P.A., & Demyanenko, A.N. (2010). Essays on Spatial Economics. Khabarovsk: Economic Research Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. [In Russian].
15. Kuznetsova, O.V. (2020). Russian Regional Policy: Twenty Years of Reform and New Opportunities. Moscow: LIBROKOM. [In Russian].
16. Leksin, V.N., & Shvetsov, A.N. (2003). The State and the Regions: Theory and Practice of State Regulation of Territorial Development. Moscow: URSS. [In Russian].
17. Drabenstott, M. (2006). Rethinking federal policy for regional economic development. Economic Review, Federal Reserve Bank of Kansas City, 91(1), 115-142.
18. Davletshina, L.A., & Gavrilova, N.M. (2022). Assessment of the adaptive potential of Russian regions under crisis conditions. Issues of Regional Economics, 51(2), 45–58. [In Russian].
19. Pilyasov, A.N. (2021). A New Economic Portrait of the Arctic: From Isolation to Functional Integration. Moscow: Delo. [In Russian].
20. Kuznetsov, B.V. (2023). Industrial policy in a period of transformation: Lessons for the regions. Russian Management Journal, 21(1), 5–28. [In Russian].

Трансформация экспортной деятельности предприятий металлургического комплекса России в условиях санкционных ограничений

Смирный Кирилл Юрьевич
соискатель кафедры экономики Института экономики, управления и финансов, РосНОУ, kr.smr@mail.ru

В статье исследуется трансформация экспортной деятельности предприятий металлургического комплекса России в условиях санкционного давления и изменения конъюнктуры мировых рынков. На основе анализа данных за 2020–2024 гг. выявлены ключевые изменения в географии и структуре экспорта продукции чёрной и цветной металлургии. Показано, что российские металлургические компании реализуют комплекс адаптационных стратегий: географическую диверсификацию с переориентацией на рынки Азии и Ближнего Востока, трансформацию продуктовой линейки в направлении продукции с более высокой добавленной стоимостью, развитие «зелёных» компетенций для сохранения конкурентоспособности. На примере пяти крупнейших компаний отрасли (НЛМК, Северсталь, ММК, РУСАЛ, Норникель) представлена детальная характеристика предприятий, включающая расположение производственных активов, динамику объёмов производства, выручки и экспорта за пятилетний период. Проанализированы результаты адаптации и выявлены сохраняющиеся проблемы: логистические ограничения, ценовые дисконты, сложности с расчётами. Сформулированы рекомендации по повышению эффективности экспортной деятельности металлургических предприятий.

Ключевые слова: металлургический комплекс, экспорт, санкции, промышленные предприятия, переориентация рынков, чёрная металлургия, цветная металлургия, декарбонизация.

Введение

Металлургический комплекс традиционно занимает одно из ведущих мест в структуре российского промышленного экспорта. По данным ФТС России, в 2021 году доля металлов и изделий из них составляла около 10% совокупного экспорта страны, а в абсолютном выражении экспорт достигал 56 млрд долларов [1]. Однако введение масштабных санкционных ограничений в 2022–2024 гг. поставило отрасль перед необходимостью кардинального пересмотра экспортных стратегий.

Санкционное давление на российскую металлургию носит многоаспектный характер: прямые запреты на импорт отдельных видов продукции (сталь, алюминий, медь, никель), ограничения на привлечение финансирования, запрет на оказание транспортных и страховых услуг, персональные санкции против руководителей и собственников компаний [2]. В совокупности с изменением логистических цепочек и волатильностью мировых цен это создаёт принципиально новые условия функционирования для предприятий отрасли.

Цель исследования — анализ трансформации экспортной деятельности предприятий металлургического комплекса России и выявление ключевых стратегий адаптации к санкционным ограничениям.

Задачи исследования:

1. Оценить место металлургического комплекса в структуре российского экспорта и динамику экспортных поставок.
2. Представить характеристику крупнейших металлургических предприятий, включая расположение, объёмы производства, динамику выручки и экспорта.
3. Проанализировать влияние санкционных ограничений на экспортную деятельность предприятий отрасли.
4. Выявить и систематизировать стратегии адаптации металлургических компаний.
5. Сформулировать рекомендации по повышению эффективности экспортной деятельности.

Методологическая база исследования включает методы статистического и сравнительного анализа, а также кейс-метод для изучения практик отдельных компаний. Информационную базу составили данные ФТС России, Росстата, отраслевых ассоциаций, а также материалы публичной отчётности металлургических компаний за 2020–2024 гг.

Результаты исследования и их обсуждение

Металлургический комплекс России включает предприятия чёрной металлургии и цветной металлургии. По объёму производства Россия входит в пятёрку крупнейших мировых производителей стали и занимает лидирующие позиции по производству алюминия, никеля, палладия [3].

Высокая экспортоориентированность является характерной чертой отрасли: доля экспорта в объёме производства составляет 40–50% для чёрной металлургии и 70–80% для цветной [4]. Это обусловлено как избыточными производственными мощностями относительно внутреннего спроса, так и конкурентными преимуществами российских производителей.

Динамика экспорта металлургической продукции в 2020–2024 гг. характеризуется существенной волатильностью (табл. 1).

Таблица 1
Динамика экспорта металлургической продукции России в 2020–2024 гг.

Показатель	2020	2021	2022	2023	2024
Экспорт металлов, млрд. долл.	40,2	56,0	51,2	42,8	44,5
Темп роста, %	-12,5	+39,3	-8,6	-16,4	+4,0
Доля в совокупном экспорте, %	9,8	10,2	9,4	9,8	10,1
Чёрные металлы, млрд. долл.	19,8	28,5	22,1	18,6	19,2
Цветные металлы, млрд. долл.	20,4	27,5	29,1	24,2	25,3

Составлено автором по данным ФТС России [1], Росстата [5]

2020 год характеризовался падением экспорта на фоне пандемии COVID-19, 2021 год — резким восстановлением на волне роста мировых цен. Наиболее существенное падение экспорта пришлось на 2022–2023 гг., при этом чёрная металлургия пострадала сильнее цветной (снижение на 35% против 12% к уровню 2021 г.). Это объясняется более жёсткими санкционными ограничениями в отношении стальной продукции со стороны ЕС и США, а также сохранением спроса на цветные металлы для «зелёной» трансформации мировой экономики.

Для детального анализа трансформации экспортной деятельности были отобраны пять крупнейших металлургических компаний России, представляющих оба сегмента отрасли: три предприятия чёрной металлургии (НЛМК, Северсталь, ММК) и два предприятия цветной металлургии (РУСАЛ, Норникель). Выбор обусловлен следующими критериями: публичный статус компаний, наличие отчётности по МСФО, значительная доля в отраслевом производстве и экспорте, сопоставимый масштаб деятельности.

Географическое расположение основных производственных площадок исследуемых предприятий представлено в таблице 2.

Таблица 2

Расположение производственных активов крупнейших металлургических предприятий России

Предприятие	Головной офис	Основные производственные площадки	Федеральный округ	Основная продукция
ПАО «НЛМК»	Москва	Липецк, Старый Оскол	ЦФО	Сталь, слябы, прокат, метизы
ПАО «Северсталь»	Москва	Череповец, Балаково	СЗФО, ПФО	Сталь, прокат, трубы, метизы
ПАО «ММК»	Магнитогорск	Магнитогорск, Кузбасс	УрФО, СФО	Сталь, прокат, оцинкованный лист
ОК «РУСАЛ»	Москва	Красноярский край, Иркутская обл.	СФО	Алюминий, сплавы, фольга
ПАО «Норникель»	Москва	Норильск, Мончегорск	СФО, СЗФО	Никель, медь, палладий, платина

Составлено автором по данным годовых отчётов компаний [11–15]

Предприятия чёрной металлургии сконцентрированы преимущественно в европейской части России (ЦФО, СЗФО, УрФО), что исторически обеспечивало логистические преимущества при поставках в Европу. Предприятия цветной металлургии расположены преимущественно в Сибири, вблизи источников сырья и дешёвой гидроэнергии. Географическое расположение существенно влияет на логистические издержки при переориентации экспорта на азиатские рынки: сибирские предприятия имеют относительное преимущество.

Динамика объёмов производства основной продукции за 2020–2024 гг. представлена в таблице 3.

Таблица 3

Динамика объёмов производства крупнейших металлургических предприятий России в 2020–2024 гг.

Предприятие	Продукция	2020	2021	2022	2023	2024	Изм. 2024/2020, %
ПАО «НЛМК»	Сталь, млн. т.	15,8	17,4	15,2	14,8	15,1	-4,4
ПАО «Северсталь»	Сталь, млн. т.	11,3	11,6	10,7	11,2	11,0	-2,7
ПАО «ММК»	Сталь, млн .т.	11,6	12,9	12,1	12,8	12,5	+7,8
ОК «РУСАЛ»	Алюминий, млн. т.	3,76	3,76	3,83	3,88	3,90	+3,7
ПАО «Норникель»	Никель, тыс. т.	236	193	204	209	205	-13,1

Составлено автором по данным годовых отчётов компаний [11–15], Росстата [5]

Анализ данных показывает, что предприятия чёрной металлургии в целом сохранили объёмы производства, несмотря на санкционное давление. ММК продемонстрировал рост производства на 7,8% за пятилетний период, что связано с ориентацией на внутренний рынок и реализацией инвестиционной программы. НЛМК и Северсталь показали незначительное снижение, обусловленное сокращением экспортных поставок в Европу.

В цветной металлургии РУСАЛ стабильно наращивает производство (+3,7%), тогда как Норникель демонстрирует снижение (-13,1%), что связано с авариями на Норильской обогатительной фабрике в 2020–2021 гг. и последующим восстановлением.

Финансовые результаты исследуемых предприятий за 2020–2024 гг. представлены в таблице 4.

Таблица 4

Динамика выручки крупнейших металлургических предприятий России в 2020–2024 гг., млрд. руб.

Предприятие	2020	2021	2022	2023	2024	Изм. 2024/2020, %
ПАО «НЛМК»	683	1 062	941	933	920	+34,7
ПАО «Северсталь»	494	792	650	728	750	+51,8
ПАО «ММК»	435	667	634	763	768	+76,6
ОК «РУСАЛ»	740	990	1 150	1 050	1 080	+45,9
ПАО «Норникель»	878	1 317	1 489	1 229	1 150	+31,0

Составлено автором по данным годовых отчётов компаний [11–15]

Все исследуемые компании продемонстрировали существенный рост выручки за пятилетний период в рублёвом выражении, что обусловлено как ростом мировых цен на металлы в 2021–2022 гг., так и девальвацией рубля. Наибольший рост показал ММК (+76,6%), что связано с успешной переориентацией на внутренний рынок, где цены оставались относительно высокими. Норникель, несмотря на снижение объёмов производства, сохранил устойчивую выручку благодаря высоким мировым ценам на никель и палладий. Структура и динамика экспортных поставок исследуемых предприятий представлены в таблице 5.

Таблица 5

Динамика экспорта крупнейших металлургических предприятий России в 2020–2024 гг.

Предприятие	Показатель	2020	2021	2022	2023	2024	Изм. 2024/2020
ПАО «НЛМК»	Доля экспорта, %	55	58	50	45	45	-10 п.п.
	Экспорт, млрд. руб.	376	616	471	420	414	+10,1%
ПАО «Северсталь»	Доля экспорта, %	48	50	35	30	28	-20 п.п.
	Экспорт, млрд. руб.	237	396	228	218	210	-11,4%
ПАО «ММК»	Доля экспорта, %	28	32	25	22	20	-8 п.п.
	Экспорт, млрд.. руб.	122	213	159	168	154	+26,2%
ОК «РУСАЛ»	Доля экспорта, %	78	80	82	80	78	0 п.п.
	Экспорт, млрд руб.	577	792	943	840	842	+45,9%
ПАО «Норникель»	Доля экспорта, %	92	93	91	90	88	-4 п.п.
	Экспорт, млрд. руб.	808	1 225	1 355	1 106	1 012	+25,2%

Составлено автором по данным годовых отчётов компаний [11–15]

Санкционное воздействие на российский металлургический комплекс реализуется через несколько каналов.

Европейский союз последовательно вводил запреты на импорт российской стальной продукции: с марта 2022 г. — запрет на импорт отдельных видов проката, с 2023 г. — расширение номенклатуры, с 2024 г. — практически полный запрет на импорт стали и изделий из неё [2]. США ввели 200%-ные пошлины на российский алюминий. Великобритания запретила импорт российских меди, алюминия и никеля с апреля 2024 г. [6].

Закрытие европейских портов для российских судов, уход международных контейнерных линий, ограничения на страхование грузов существенно усложнили экспортные операции. Средняя стоимость доставки металлопродукции в страны АТР выросла в 1,5–2 раза по сравнению с доставкой в Европу [7]. При этом предприятия, расположенные в Сибири, имеют относительное преимущество перед предприятиями европейской части России.

Отключение российских банков от SWIFT, блокировка корреспондентских счетов, ограничения на операции в долларах и евро создают сложности с проведением расчётов. По оценкам участников рынка, до 30% сделок сопровождаются задержками платежей [8]. ММК, в частности, столкнулся с невозможностью выплаты купонов по еврооблигациям отдельным держателям из-за санкционных ограничений [15].

Необходимость переориентации на новые рынки и ограниченный выбор покупателей вынуждают российских производителей предоставлять существенные скидки. По оценкам аналитиков, дисконт на российскую сталь составляет 15–25% к мировым ценам, на алюминий — 10–15% [9].

Совокупное влияние указанных факторов привело к географической трансформации экспортных потоков (табл. 6).

Таблица 6

Изменение географической структуры экспорта металлургической продукции России

Регион	2020, %	2021, %	2022, %	2023, %	2024, %	Изм. 2024/2020, п.п.
Европейский союз	42	38	18	8	6	-36
Китай	15	18	28	32	34	19
Другие страны Азии	14	15	20	24	26	12
Ближний Восток и Африка	10	12	16	18	18	8
СНГ	12	10	12	12	12	0
Прочие	7	7	6	6	4	-3

Составлено автором по данным [1, 10]

ПАО «Северсталь» до 2022 года около 34% продукции экспортировала в Европу. После введения санкций компания полностью переориентировалась на внутренний рынок и рынки СНГ, Ближнего Востока, Северной Африки. Доля экспорта в выручке снизилась с 50% до 28%, однако компания сохранила прибыльность за счёт роста внутренних цен и оптимизации издержек [11]. Ключевым преимуществом Северстали является широкий продуктовый портфель и сильные позиции на внутреннем рынке строительной стали.

ПАО «НЛМК» благодаря наличию зарубежных активов сохранила частичный доступ к западным рынкам. Европейские и американские подразделения продолжают работу, используя импортируемые из России полуфабрикаты, которые не попали под прямые санкции до 2024 года. При этом компания наращивает поставки готовой продукции в Турцию, страны MENA, Южную Америку [12]. Стратегия НЛМК — сохранение глобального присутствия через зарубежные производственные активы.

ПАО «ММК» исторически имел наименьшую долю экспорта среди крупных сталелитейных компаний благодаря сильным позициям на внутреннем рынке. Компания усилила фокус на внутренний рынок, доведя его долю до 80% продаж. Одновременно ММК развивает экспорт в Казахстан, Узбекистан и страны Ближнего Востока, используя турецкие активы как опорную точку в регионе [15].

ОК «РУСАЛ» существенно увеличила долю Азии в структуре продаж: с 27% в 2020 году до 52% в 2023 году. Ключевыми рынками стали Китай, Япония, Республика Корея, Турция. Компания также развивает сотрудничество с Индией и странами АСЕАН [13]. Географическое расположение заводов в Сибири обеспечивает относительное логистическое преимущество при поставках в АТР.

ПАО «Норникель» сохраняет относительно устойчивые позиции на мировых рынках благодаря критической значимости никеля и палладия для производства аккумуляторов и автомобильных катализаторов. Тем не менее, компания диверсифицирует географию продаж в пользу азиатских покупателей, увеличив их долю с 35% до 48% [14].

Адаптация продуктовой стратегии включает несколько направлений.

НЛМК и ММК увеличивают долю экспорта слябов и заготовки, которые не попадают под прямые санкции и могут перерабатываться на зарубежных предприятиях. По данным НЛМК, доля слябов в экспорте выросла с 45% до 60% [12]. Это позволяет сохранить объёмы экспорта, хотя и снижает добавленную стоимость.

Компании инвестируют в производство специализированной продукции с более высокой маржинальностью. ММК развивает производство оцинкованного и полимерного проката для строительной отрасли стран Центральной Азии, инвестировав в 2020–2024 гг. около 100 млрд рублей в модернизацию производства [15]. Северсталь расширяет линейку автомобильного листа и труб для нефтегазового сектора [11].

РУСАЛ продвигает бренд ALLOW — алюминий с углеродным следом менее 4 тонн CO_2 на тонну продукции (среднемировой показатель — около 12 тонн). Низкий углеродный след обеспечивается использованием гидроэнергетики сибирских ГЭС. Это создаёт конкурентные преимущества на рынках, чувствительных к ESG-факторам [13].

Северсталь реализует стратегию декарбонизации, предусматривающую снижение выбросов CO_2 на 10% к 2030 году. Компания инвестирует в технологии прямого восстановления железа и увеличение доли лома в шихте [11].

ММК реализует масштабную экологическую программу, включающую рекультивацию земель и снижение выбросов загрязняющих веществ. Компания также развивает производство с использованием металлолома, что снижает углеродный след продукции [15].

Таблица 7

Показатели эффективности деятельности крупнейших металлургических предприятий России в 2023–2024 гг.

Показатель	НЛМК	Северсталь	ММК	РУСАЛ	Норникель
Выручка 2024, млрд руб.	920	750	768	1 080	1 150
Изменение выручки 2024/2020, %	+34,7	+51,8	+76,6	+45,9	+31,0
EBITDA margin 2023, %	26	32	20	11	44
Доля экспорта 2024, %	45	28	20	78	88
Изменение доли экспорта, п.п.	-10	-20	-8	0	-4
Доля Азии в экспорте 2024, %	35	25	30	52	48
Капитальные затраты 2020–2024, млрд руб.	~180	~150	~400	~120	~350

Составлено автором по данным годовых отчётов компаний [11–15]

Норникель позиционирует свою продукцию как критически важную для энергоперехода и инвестирует в снижение экологического воздействия. «Серная программа» стоимостью более 300 млрд рублей предусматривает снижение выбросов диоксида серы на 90% к 2025 году [14].

Сводные показатели эффективности адаптации исследуемых предприятий представлены в таблице 7.

Сохраняющиеся проблемы:

Переориентация на новые рынки сопровождается необходимостью предоставления скидок. По оценкам, российские производители теряют 10–25% выручки по сравнению с продажами по мировым ценам [9].

Увеличение транспортного плеча при поставках в Азию вместо Европы повышает логистические затраты на 30–50%. Особенно это критично для предприятий европейской части России [7].

Переход на расчёты в юанях, рупиях, дирхамах создаёт валютные риски и операционные сложности. ММК отмечает невозможность проведения платежей по еврооблигациям [15].

Пропускная способность Восточного полигона железных дорог и портов Дальнего Востока остаётся недостаточной для полноценной переориентации грузопотоков. Загрузка БАМа и Транссиба достигает 96% [7].

Все исследуемые компании отмечают рост операционных издержек. ММК зафиксировал увеличение себестоимости на 9% в 2024 году, включая рост ФОТ на 33% [15].

На основе проведённого анализа могут быть сформулированы следующие рекомендации для предприятий металлургического комплекса:

1. Выход на рынки стран с растущим спросом на металлы (Индия, Вьетнам, Индонезия, страны Африки), использование преференций ЗСТ ЕАЭС.

2. Инвестиции в производство специализированных сплавов, проката с покрытиями, готовых металлоизделий для снижения зависимости от ценовой конъюнктуры на сырьевые товары.

3. Получение международных экологических сертификатов, снижение углеродного следа продукции для сохранения доступа на рынки с углеродным регулированием. Опыт РУСАЛ с брендом ALLOW демонстрирует эффективность данного подхода.

4. Развитие расчётов в национальных валютах, использование механизмов БРИКС, хеджирование валютных рисков.

5. Развитие зарубежных производственных активов.

Заключение

Проведённое исследование позволяет сделать следующие выводы:

Металлургический комплекс России подвергся существенному санкционному давлению, что привело к сокращению экспорта на 20–35% по отдельным сегментам и кардинальному изменению географической структуры поставок. Доля ЕС в экспорте сократилась с 42% до 6% за 2020–2024 гг., тогда как доля Китая выросла с 15% до 34%.

Анализ пяти крупнейших металлургических предприятий показал сохранение объёмов производства на уровне 2020 года при существенной трансформации структуры продаж. Предприятия чёрной металлургии сократили долю экспорта с 40–55% до 20–45%, переориентировавшись на внутренний рынок. Предприятия цветной металлургии сохранили высокую экспортоориентированность, переключившись на азиатских покупателей.

Литература

1. Федеральная таможенная служба. Таможенная статистика внешней торговли // ФТС России. — URL: https://customs.gov.ru/statistic (дата обращения: 10.03.2026).

2. Официальный журнал Европейского союза. Council Regulation (EU) concerning restrictive measures in view of Russia's actions destabilising the situation in Ukraine. — 2022–2024.

3. World Steel Association. World Steel in Figures 2024. — Brussels: WSA, 2024. — 24 p.

4. Буданов, И.А. Металлургия России в условиях структурной перестройки мировой экономики / И.А. Буданов // Проблемы прогнозирования. — 2023. — № 4. — С. 82–95.

5. Федеральная служба государственной статистики. Промышленное производство в России. — М.: Росстат, 2024. — 286 с.

6. UK Government. UK imposes new sanctions on Russian metals // gov.uk. — 2024. — URL: https://www.gov.uk/government/news/uk-sanctions (дата обращения: 11.03.2026).

7. Пробки из вагонов и дефицит судов: что мешает развороту торговли в сторону Азии // Forbes / ATI.SU. — 2025. — URL: https://news.ati.su (дата обращения: 11.03.2026).

8. Российский союз промышленников и предпринимателей. Доклад о состоянии делового климата в 2024 году. — М.: РСПП, 2025.

9. Argus Media. Russian steel discount widens amid sanctions pressure // Argus. — 2024. — URL: https://www.argusmedia.com (дата обращения: 09.03.2026).

10. Ассоциация «Русская сталь». Аналитический обзор рынка чёрных металлов. — М., 2024.

11. ПАО «Северсталь». Годовой отчёт за 2024 год. — М., 2024. — URL: https://severstal.com/rus/ir/indicators-reporting/financial-results/ (дата обращения: 09.03.2026).

12. ПАО «НЛМК». Годовой отчёт за 2024 год. — М., 2024. — URL: https://nlmk.com/ru/ir/results/annual-reports/ (дата обращения: 09.03.2026).

13. ОК «РУСАЛ». Годовой отчёт за 2024 год. — М., 2024. — URL: https://rusal.ru/investors/financial-stat/presentations/ (дата обращения: 09.03.2026).

14. ПАО «ГМК «Норильский никель». Годовой отчёт за 2024 год. — М., 2024. — URL: https://www.nornickel.ru/investors/reports-and-results/ (дата обращения: 09.03.2026).

15. ПАО «ММК». Консолидированная финансовая отчётность специального назначения за год, закончившийся 31 декабря 2024 г. — Магнитогорск, 2025. — URL: https://mmk.ru/ru/investors/reports/ (дата обращения: 09.03.2026).

16. Порфирьев, Б.Н. Углеродное регулирование: риски и возможности для российского экспорта / Б.Н. Порфирьев, А.А. Широв // Вопросы экономики. — 2023. — № 8. — С. 52–74.

17. Хейфец, Б.А. Трансрегионализация глобального экономического пространства / Б.А. Хейфец // Общество и экономика. — 2016. — № 6. — С. 19–42.

Transformation of export activities of Russian metallurgical enterprises under sanctions restrictions

Smirnyi K.Yu.
RosNOU

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the transformation of export activities of Russian metallurgical enterprises under sanctions pressure and changing global market conditions. Based on the analysis of data for 2020–2024, key changes in the geography and structure of ferrous and non-ferrous metallurgy exports are identified. It is shown that Russian metallurgical companies implement a set of adaptation strategies: geographical diversification with reorientation to Asian and Middle Eastern markets, transformation of the product line towards higher value-added products, and development of "green" competencies to maintain competitiveness. Using the example of five largest companies in the industry (NLMK, Severstal, MMK, RUSAL, Nornickel), a detailed description of enterprises is presented, including the location of production assets, dynamics of production volumes, revenue and exports over a five-year period. The results of adaptation are analyzed and remaining problems are identified: logistics constraints, price discounts, and payment difficulties. Recommendations for improving the efficiency of export activities of metallurgical enterprises are formulated.

Keywords: metallurgical complex, export, sanctions, industrial enterprises, market reorientation, ferrous metallurgy, non-ferrous metallurgy, decarbonization.

References

1. Federal Customs Service. Customs statistics of foreign trade // FCS Russia. — URL: https://customs.gov.ru/statistic (accessed: 10.03.2026).
2. Official Journal of the European Union. Council Regulation (EU) concerning restrictive measures in view of Russia's actions destabilising the situation in Ukraine. — 2022–2024.
3. World Steel Association. World Steel in Figures 2024. — Brussels: WSA, 2024. — 24 p.
4. Budanov, I.A. Russian Metallurgy in the Context of Structural Restructuring of the Global Economy / I.A. Budanov // Problems of Forecasting. — 2023. — No. 4. — P. 82–95.
5. Federal State Statistics Service. Industrial Production in Russia. — Moscow: Rosstat, 2024. — 286 p.
6. UK Government. UK imposes new sanctions on Russian metals // gov.uk. — 2024. — URL: https://www.gov.uk/government/news/uk-sanctions (accessed: 11.03.2026).
7. Wagon jams and vessel shortages: what hinders the trade shift towards Asia // Forbes / ATI.SU. — 2025. — URL: https://news.ati.su (accessed: 11.03.2026).
8. Russian Union of Industrialists and Entrepreneurs. Report on the Business Climate in 2024. — Moscow: RSPP, 2025.
9. Argus Media. Russian steel discount widens amid sanctions pressure // Argus. — 2024. — URL: https://www.argusmedia.com (accessed: 09.03.2026).
10. Russian Steel Association. Analytical Review of the Ferrous Metals Market. — Moscow, 2024.
11. PAO Severstal. Annual Report for 2024. — Moscow, 2024. — URL: https://severstal.com/rus/ir/indicators-reporting/financial-results/ (accessed: 09.03.2026).
12. PAO NLMK. Annual Report for 2024. — Moscow, 2024. — URL: https://nlmk.com/ru/ir/results/annual-reports/ (accessed: 09.03.2026).
13. UC RUSAL. Annual Report for 2024. — Moscow, 2024. — URL: https://rusal.ru/investors/financial-stat/presentations/ (accessed: 09.03.2026).
14. PAO MMC Norilsk Nickel. Annual Report for 2024. — Moscow, 2024. — URL: https://www.nornickel.ru/investors/reports-and-results/ (accessed: 09.03.2026).
15. PAO MMK. Special Purpose Consolidated Financial Statements for the year ended December 31, 2024. — Magnitogorsk, 2025. — URL: https://mmk.ru/ru/investors/reports/ (accessed: 09.03.2026).
16. Porfiryev, B.N. Carbon Regulation: Risks and Opportunities for Russian Exports / B.N. Porfiryev, A.A. Shirov // Voprosy Ekonomiki. — 2023. — No. 8. — P. 52–74.
17. Kheyfets, B.A. Transregionalization of the Global Economic Space / B.A. Kheyfets // Society and Economics. — 2016. — No. 6. — P. 19–42.

Концептуальная модель управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования

Столяров Андрей Иванович
аспирант, Кафедра менеджмента в строительстве, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Stolyarov2111@yandex.ru

Внедрение проектного финансирования с использованием эскроу-счетов в индивидуальном жилищном строительстве (ИЖС) трансформирует традиционную модель управления проектами, перераспределяя риски на строительную организацию при одновременном сокращении её возможностей по оперативной корректировке стоимости и сроков. В этих условиях обеспечение финансовой устойчивости подрядчика требует разработки новых подходов к управлению параметрами проекта. Цель статьи – разработка концептуальной модели управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования, включающей в себя три ключевых компонента: систему специализированных принципов, структурное содержание четырёхблочной модели и классификацию факторов отклонений. В результате исследования обоснован стадийный характер управления, разработана концептуальная модель, объединяющая условия, факторы, методическую основу и оценку рисков, а также проведена классификация факторов по управляемости и определённости с выделением трех направлений управленческих решений. Научная новизна заключается в обосновании стадийного характера управления в условиях проектного финансирования, при котором основное управленческое воздействие переносится на ранние стадии жизненного цикла проекта. Практическая значимость состоит в возможности использования предложенной модели строительными организациями для снижения вероятности кассовых разрывов и повышения обоснованности договорных параметров.

Ключевые слова: индивидуальное жилищное строительство, проектное финансирование, эскроу-счет, управление стоимостью, управление сроками, концептуальная модель, факторы риска, финансовая устойчивость, строительная организация.

Введение

Индивидуальное жилищное строительство (ИЖС) является одним из приоритетных направлений государственной жилищной политики Российской Федерации. Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства на период до 2030 года определяет ИЖС как значимый сегмент, требующий институциональной трансформации для повышения доступности жилья и защиты прав участников строительства [1]. Специфика управления проектами в данном сегменте тесно связана с особенностями жизненного цикла объектов ИЖС [2]. В рамках этой трансформации с 2021 года началось поэтапное распространение механизма проектного финансирования с использованием эскроу-счетов на проекты ИЖС, что ранее применялось преимущественно в многоквартирном жилищном строительстве [3].

В классической схеме реализации ИЖС строительная организация имела возможность поэтапного получения денежных средств от заказчика и относительно гибкую систему согласования изменений, что позволяло корректировать параметры стоимости и сроков в процессе строительства. При переходе к модели с эскроу-счетом денежные средства заказчика аккумулируются на счёте в банке и поступают подрядчику только после выполнения работ и прохождения процедур приёмки, подтверждающих достижение установленных этапов [4; 5]. Это создаёт для строительной организации новые вызовы, например возникает разрыв между моментом возникновения затрат и поступлением денежных средств, что повышает риски кассовых разрывов; фиксированная цена договора и жёсткие сроки ограничивают возможности компенсации непредвиденных отклонений; возрастает значение процедурной согласованности и доказуемости результата выполнения работ для раскрытия эскроу-счета [6; 7].

В этих условиях управление стоимостью и сроками перестаёт быть сугубо технической задачей календарно-сетевого планирования и превращается в ключевой фактор финансовой устойчивости строительной организации. Согласно работам [8; 9], в строительных проектах отклонения по стоимости и срокам непосредственно влияют на ликвидность, рентабельность и способность организации выполнять принятые обязательства. При проектном финансировании эта зависимость усиливается, поскольку отложенный доступ к денежным средствам делает строительную организацию более уязвимой к колебаниям рыночной конъюнктуры, изменениям цен на ресурсы и задержкам административных процедур [10].

Финансовые и экономические теории раскрывают природу затрат, структуру издержек, влияние инфляционных и кредитных рисков на стоимость капитала и ликвидность строительной организации [11; 12]. Теории управления проектами задают инструментарий планирования, контроля и координации действий на различных стадиях жизненного цикла, включая методы календарно-сетевого планирования, управление освоенным объёмом и производственные концепции бережливого строительства [13; 14]. Институциональные и контрактные теории объясняют особенности взаимодействия участников в новой финансовой модели, причины возникновения трансакционных издержек, проблемы принципала-агента и неполноты контрактов [15]. Работы, посвящённые специфике управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях эскроу-счетов, носят фрагментарный характер и не предлагают целостного решения [5].

Цель статьи – разработка концептуальной модели управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования, включающей в себя три ключевых компонента: систему специализированных принципов, структурное содержание четырёхблочной модели и классификацию факторов отклонений.

Принципы управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования

Переход к модели проектного финансирования с использованием эскроу-счетов кардинально меняет систему управления проектом ИЖС. В отличие от классической схемы, новая модель фиксирует параметры стоимости и сроков на преддоговорной стадии и создаёт отложенный доступ к денежным средствам подрядчика [4; 5]. Это требует пересмотра базовых подходов к управлению.

На основе анализа теоретических подходов и специфики ИЖС выделены специализированные принципы управления:

1. Принцип формирования конкурентной цены предполагает, что стоимость проекта должна обеспечивать баланс между покрытием затрат подрядчика, учётом рисков и рыночной привлекательностью для заказчика.

2. Принцип ценностной ориентированности на этапах инициации и планирования означает, что потребительские характеристики объекта должны быть сохранены уже на ранних стадиях, поскольку именно они обеспечивают согласие заказчика на сделку и запуск эскроу-счета.

3. Принцип быстрой адаптации стоимости к изменяющимся условиям отражает тот факт, что высокая динамика цен ресурсов и вариативность исходных условий площадки при коротком жизненном цикле ИЖС требуют регулярного уточнения строительных параметров.

4. Принцип устойчивости проектных решений к неопределённости предполагает, что на стадиях инициации и планирования необходимо обеспечивать адаптивность проектных и технологических решений в пределах вероятных сценариев внешней среды.

5. Принцип управляемой индивидуализации строительного продукта означает, что индивидуальные требования заказчика должны реализовываться в пределах контролируемого «коридора» решений.

Представленная система принципов формирует единую логику управления параметрами «стоимость – сроки – риски», в рамках которой планирование выполняет функцию обоснования договорных параметров проекта.

Концептуальная модель управления стоимостью и сроками ИЖС

Модель управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования представляет собой целостную методологическую конструкцию, объединяющую принципы, исходные условия, факторную основу и инструменты управления в единую систему управленческих решений [7]. Модель состоит из взаимосвязанных блоков, последовательно отражающих переход от постановки задач к учёту рисков на протяжении всего жизненного цикла проекта (рис. 1).

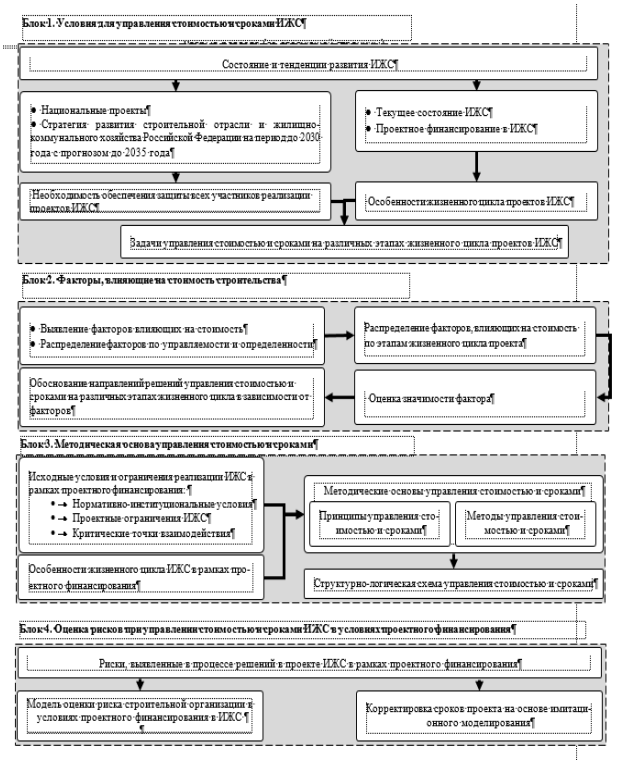


Рисунок 1 – Концептуальная модель управления стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования Источник: составлено автором

Факторы и ограничения, определяющие перечень управленческих решений [1], лежат в основе управления стоимостью и сроками ИЖС. Немаловажно также исследование изменений жизненного цикла проекта, ужесточения процедурных норм на определённых этапах и того, как достижение плановых параметров бюджета и сроков зависит от условий открытия эскроу-счета [4]. Анализ подтверждает значимость факторов, воздействующих на цену строительства, что даёт возможность обосновать направления менеджмента с учётом ключевых влияний на разных этапах [5]. На базе методологии формируются рекомендации, содержащие совокупность принципов и практических инструментов, адаптированных к условиям проектного финансирования [9; 16-18]. Угрозы, обнаруженные в ходе разработки и исполнения управленческих действий, применяются для создания модели оценки риска подрядной организации, которая даёт возможность установить степень неопределённости для итогов проекта и вычислить обоснованный объём резервов [14].

Факторы отклонения стоимости и сроков ИЖС в условиях проектного финансирования

Управление стоимостью и сроками проектов индивидуального жилищного строительства в условиях проектного финансирования требует перехода от общего анализа рынка к выявлению и систематизации факторов, непосредственно влияющих на отклонения целевых параметров. Факторы отклонения стоимости и сроков выступают связующим элементом между условиями реализации проекта и выбором управленческих решений, поскольку именно они определяют источники рисков, степень их управляемости и возможности предварительного учёта [6].

В отличие от классической схемы реализации, при которой строительная организация имела возможность поэтапной корректировки бюджета и гибкой системы согласований, проектное финансирование с использованием эскроу-счетов фиксирует параметры стоимости и сроков на преддоговорной стадии и ограничивает возможности их последующего изменения [5].

С учётом принятого подхода к исследованию сформирована структура факторов, влияющих на стоимость и сроки проектов ИЖС, основанная на ранее проведённом автором анализе [19]. Факторы сгруппированы по содержательным видам, степени управляемости, степени определённости, среде возникновения [10].

Анализ распределения факторов по этапам жизненного цикла проекта показывает, что стоимость ИЖС определяется совокупностью внутренних и внешних факторов и в наибольшей степени поддаётся управлению на стадиях инициации и планирования.

На стадии инициации ключевое влияние на стоимость и сроки оказывают технологические и конструктивные решения, определяющие инвестиционную привлекательность и стоимость строительного продукта. Для выбора направлений управленческих решений факторы классифицированы по двум ключевым признакам – управляемости и определённости. Такая группировка позволяет выделить четыре группы факторов, каждая из которых требует специфического подхода к управлению.

Распределение факторов, влияющих на стоимость и сроки ИЖС, по двум ключевым осям (управляемость и определённость) позволяет разделить все факторы на четыре квадранта. В группу «определённые и управляемые» входят контролируемые подрядчиком параметры: выбор материалов, технологий и квалификация команды. «Определённые, но неуправляемые» включают предсказуемые внешние условия, такие как климат и требования БТИ. Особую сложность представляют «управляемые, но неопределённые» факторы, зависящие от действий третьих лиц. Наибольшую угрозу финансовой устойчивости создают «неопределённые и неуправляемые» рыночные и институциональные риски. Такая классификация позволяет обосновать выбор нормативного, гибкого или риск-ориентированного подхода к управлению на разных этапах проекта.

Последовательность формирования методического подхода к определению направлений решений по управлению стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования приведена на рисунке 2.

Нормативный подход ориентирован на учёт обязательных требований регулирования, процедур согласования и приёмки, государственной регистрации и раскрытия эскроу-счета. Риск-ориентированный подход сосредоточивается на факторах, характеризующихся высокой неопределённостью и ограниченной управляемостью, поскольку именно они формируют наиболее существенные угрозы для достижения целевых параметров стоимости и сроков. Гибкий подход направлен на адаптацию проектных, технологических и организационных решений к изменяющимся условиям реализации проекта в тех случаях, когда соответствующие факторы допускают управленческое воздействие без выхода за установленные ограничения по стоимости и срокам.

Риск-ориентированный подход в рамках разработанной модели предполагает не просто идентификацию угроз, а их количественную и качественную оценку для обоснования управленческих решений. В условиях проектного финансирования ИЖС ключевыми категориями рисков, непосредственно влияющими на финансовую устойчивость строительной организации, являются:

1 Риск кассовых разрывов возникает вследствие несовпадения графиков финансирования и производства работ. Учитывая, что средства с эскроу-счета перечисляются только после подписания актов приёмки

этапов, любая задержка в выполнении или приёмке работ автоматически увеличивает долговую нагрузку на подрядчика и требует отвлечения собственных оборотных средств.

2 Инфляционный и валютный риск возникает ввиду фиксированной цены договора, рост стоимости строительных материалов, оборудования и логистики в период реализации проекта не может быть переложен на заказчика. Данный риск требует формирования специальных резервов в сметной документации ещё на стадии планирования.

3 Процедурный риск связан с вероятностью получения замечаний от банка или органов БТИ на этапе завершения проекта. Неустранение замечаний в срок блокирует раскрытие счета и поступление финального платежа, что критично для рентабельности проекта с учётом уже понесённых затрат.

Рисунок 2 – Последовательность формирования методического подхода к определению направлений решений по управлению стоимостью и сроками ИЖС в условиях проектного финансирования

В блоке 4 концептуальной модели для управления данными рисками предусмотрено применение имитационного моделирования для корректировки сроков и расчёта резервов времени и средств. Это позволяет перейти от детерминированных оценок к вероятностным интервалам и повысить надёжность договорных обязательств.

Заключение

Трансформация институциональных условий реализации ИЖС с внедрением эскроу-счетов требует пересмотра традиционных подходов к управлению. Приведённые принципы задают единую логику управления, при которой планирование выполняет функцию обоснования договорных параметров, исполнение – функцию их удержания за счёт контроля критических работ, а завершение – функцию управляемого прохождения приёмки и регистрационных процедур как условия раскрытия эскроу-счета.

Предложенная модель обеспечивает комплексный подход к управлению стоимостью и сроками, охватывающий учёт институциональных ограничений, особенностей стадий жизненного цикла, процедур контроля и количественной оценки рисков.

Система факторов, классифицированных по управляемости и определённости, показывает, что в условиях проектного финансирования преобладают неопределённые и неуправляемые факторы. Это существенно повышает финансовые и организационные риски строительной организации при ограниченной возможности корректировки бюджета после заключения трёхстороннего договора.

Предложенная модель позволяет строительной организации перенести основное управленческое воздействие на ранние стадии жизненного цикла проекта, где формируются ключевые параметры стоимости и сроков, а возможности их последующей корректировки существенно ограничены. Это способствует снижению вероятности кассовых разрывов, повышению обоснованности договорных параметров и минимизации финансовых потерь, что в совокупности обеспечивает финансовую устойчивость строительной организации в новой институциональной среде.

Литература

1. О Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 31.10.2022 № 3268-р. – Москва, 2022.
2. Столяров, А. И. Жизненные циклы объектов индивидуального жилищного строительства в России / А. И. Столяров // Теория и практика управления в строительстве: Тематический сборник научных трудов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2023. – С. 222-227.
3. Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 30.12.2004 № 214-ФЗ (ред. от 24.06.2025). – Москва, 2022.
4. Цехомский, Н. В. Стимулирование реализации долгосрочных инвестиционных проектов в России: опыт «Фабрики проектного финансирования» / Н. В. Цехомский, Д. В. Тихомиров // Экономическое возрождение России. – 2023. – № 3 (77). – С. 87–92. – DOI 10.37930/1990-9780-2023-3-77-87-92
5. Литвин, Е. А. Проектное финансирование жилищного строительства: проблемы и пути их решения / Е. А. Литвин // Baikal Research Journal. – 2025. – Т. 16, № 4. – С. 1618–1630. – DOI 10.17150/2411-6262.2025.16(4).1618-1630
6. Динамика развития жилищного фонда в условиях прогнозируемого демографического роста в государствах – членах ЕАЭС / А. Н. Асаул, А. Б. Асылбаев, К. Н. Ниязалиева, М. А. Асаул // Жилищные стратегии. – 2021. – Т. 8, № 4. – С. 343–362. – DOI 10.18334/zhs.8.4.113688
7. Гаспарян, Л. Г. Основы и особенности организации и управления в строительстве / Л. Г. Гаспарян, Ц. Г. Самвелян // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 3. – С. 319–320.
8. Полковников, А. Управление проектами. Полный курс MBA / А. Полковников, М. Дубовик. – Москва: Олимп-Бизнес, 2015. – 552 с.
9. Кейнс, Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег / Дж. М. Кейнс; перевод с английского; редактор Л. П. Кураков. – Москва: АСТ, 2024. – 352 с.
10. Шумпетер, Й. А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия / Й. А. Шумпетер. – Москва: Эксмо, 2008. – 864 с.
11. Koskela, L. Application of the New Production Philosophy to Construction / L. Koskela. – Stanford: CIFE, 1992. – 75 p.
12. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). – 7th ed. – Newtown Square: PMI, 2021. – 370 p.
13. Jensen, M. C. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure / M. C. Jensen, W. H. Meckling // Journal of Financial Economics. – 1976. – Vol. 3, No. 4. – P. 305–360. – DOI 10.1016/0304-405X(76)90026-X
14. Tambovtsev, V. Institutionalisms in Economics: What are Behinds Their Variety? / V. Tambovtsev // Journal of Institutional Studies. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 20–36. – DOI 10.17835/2076-6297.2021.13.1.020-036
15. Freeman, R. E. A Stakeholder Approach to Strategic Management / R. E. Freeman, J. Mcvea // SSRN Electronic Journal. – 2001. – DOI 10.2139/ssrn.263511
16. Столяров, А. И. Систематизация задач управления стоимостью объектов ИЖС на различных этапах жизненного цикла / А. И. Столяров // Финансовые рынки и банки. – 2024. – № 3. – С. 315-320.
17. Столяров, А. И. Анализ жизненных циклов проекта по индивидуальному жилищному строительству / А. И. Столяров // prospects and key tendencies of science in contemporary world, 25 марта 2024 года, 2024. – С. 118-125.
18. Столяров, А. И. Систематизация методов управления стоимостью в индивидуальном жилищном строительстве / А. И. Столяров, Д. А. Атальян // Kant. – 2025. – № 1(54). – С. 175-181. – DOI 10.24923/2222-243X.2025-54.25
19. Столяров, А. И. Факторы, влияющие на стоимость проектов индивидуального жилищного строительства в условиях эскроу-финансирования / А. И. Столяров, Н. Г. Плетнева // Дискуссия. – 2025. – № 3(136). – С. 120-129. – DOI 10.46320/2077-7639-2025-3-136-120-129

A conceptual model for managing the cost and timeframe of individual housing construction under project financing as a tool for ensuring the financial stability of a construction organization

Stolyarov A.I.
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The introduction of project financing using escrow accounts in individual housing construction (IHC) transforms the traditional project management model, redistributing risks to the construction organization while simultaneously reducing its ability to promptly adjust costs and timeframes. Under these conditions, ensuring the contractor's financial stability requires the development of new approaches to managing project parameters. The purpose of this article is to develop a conceptual model for managing the cost and timing of individual housing construction projects under project financing. This model incorporates three key components: a system of specialized principles, the structural content of a four-block model, and a classification of deviation factors. The study substantiates the stage-by-stage nature of management, develops a conceptual model that integrates conditions, factors, a methodological framework, and a risk assessment, and classifies factors by controllability and certainty, identifying three areas of management decision-making. The scientific novelty lies in the substantiation of the stage-by-stage nature of management under project financing, in which the primary management influence is transferred to the early stages of the project life cycle. The practical significance lies in the potential use of the proposed model by construction organizations to reduce the likelihood of cash flow gaps and improve the validity of contractual parameters.

Keywords: individual housing construction, project financing, escrow account, cost management, schedule management, conceptual model, risk factors, financial stability, construction organization.

References

1. On the Development Strategy of the Construction Industry and Housing and Communal Services of the Russian Federation for the period up to 2030, with a forecast up to 2035: Order of the Government of the Russian Federation No. 3268-r dated 31.10.2022. – Moscow, 2022.
2. Stolyarov, A. I. Life Cycles of Individual Housing Construction Projects in Russia / A. I. Stolyarov // Theory and Practice of Construction Management: Thematic Collection of Scientific Papers. – Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2023. – Pp. 222-227.
3. On participation in the shared construction of apartment buildings and other real estate objects and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation: Federal Law No. 214-FZ dated December 30, 2004 (as amended on June 24, 2025). – Moscow, 2022.
4. Tsekhomsky, N. V. Stimulating the Implementation of Long-Term Investment Projects in Russia: The Experience of the Project Financing Factory / N. V. Tsekhomsky, D. V. Tikhomirov // Economic Revival of Russia. – 2023. – No. 3 (77). – Pp. 87–92. – DOI 10.37930/1990-9780-2023-3-77-87-92
5. Litvin, E. A. Project Financing of Housing Construction: Problems and Solutions / E. A. Litvin // Baikal Research Journal. – 2025. – Vol. 16, No. 4. – Pp. 1618–1630. – DOI 10.17150/2411-6262.2025.16(4).1618-1630
6. Dynamics of Housing Fund Development in the Context of Predicted Demographic Growth in the EAEU Member States / A. N. Asaul, A. B. Asylbaev, K. N. Niyazalieva, and M. A. Asaul // Housing Strategies. – 2021. – Vol. 8, No. 4. – Pp. 343–362. – DOI 10.18334/zhs.8.4.113688
7. Gasparyan, L. G. Fundamentals and Features of Organization and Management in Construction / L. G. Gasparyan, Ts. G. Samvelian // Innovations and Investments. – 2021. – No. 3. – Pp. 319–320.
8. Polkovnikov, A. Project Management. Full MBA Course / A. Polkovnikov, M. Dubovik. – Moscow: Olimp-Business, 2015. – 552 p.
9. Keynes, J. M. The General Theory of Employment, Interest, and Money / J. M. Keynes; translated from English; edited by L. P. Kurakov. – Moscow: AST, 2024. – 352 p.
10. Schumpeter, J. A. The Theory of Economic Development. Capitalism, Socialism, and Democracy / J. A. Schumpeter. – Moscow: Eksmo, 2008. – 864 p.
11. Koskela, L. Application of the New Production Philosophy to Construction / L. Koskela. – Stanford: CIFE, 1992. – 75 p.
12.Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). – 7th ed. – Newtown Square: PMI, 2021. – 370 p.
13.Jensen, M. C. Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure / M. C. Jensen, W. H. Meckling // Journal of Financial Economics. – 1976. – Vol. 3, No. 4. – P. 305–360. – DOI 10.1016/0304-405X(76)90026-X
14.Tambovtsev, V. Institutionalisms in Economics: What are Behinds Their Variety? / V. Tambovtsev // Journal of Institutional Studies. – 2021. – Vol. 13, No. 1. – P. 20–36. – DOI 10.17835/2076-6297.2021.13.1.020-036
15.Freeman, R. E. A Stakeholder Approach to Strategic Management / R. E. Freeman, J. Mcvea // SSRN Electronic Journal. – 2001. – DOI 10.2139/ssrn.263511
16. Stolyarov, A. I. Systematization of the Tasks of Managing the Cost of Individual Housing Construction at Various Stages of the Life Cycle / A. I. Stolyarov // Financial Markets and Banks. – 2024. – No. 3. – Pp. 315-320.
17. Stolyarov, A. I. Analysis of project life cycles for individual housing construction / A. I. Stolyarov // prospects and key trends of science in the contemporary world, March 25, 2024, 2024. - pp. 118-125.
18. Stolyarov, A. I. Systematization of cost management methods in individual housing construction / A. I. Stolyarov. Stolyarov, D. A. Atalyan // Kant. – 2025. – № 1(54). – Pp. 175-181. – DOI 10.24923/2222-243X.2025-54.25
19. Stolyarov, A. I. Factors affecting the cost of individual housing construction projects in terms of escrow financing / A. I. Stolyarov, N. G. Pletneva // Discussion. – 2025. – No. 3(136). – Pp. 120-129. – DOI 10.46320/2077-7639-2025-3-136-120-129

Применение инструментов управления и системного подхода в нефтегазовом комплексе России

Трейман Марина Геннадьевна
доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры менеджмента и права, Высшая школа технологии и энергетики, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, britva-69@yandex.ru

В исследовании рассмотрены особенности формирования организационно-экономических механизмов управления нефтегазовым комплексом России, что впоследствии даст возможность создать системный подход к управлению нефтегазовыми системами. В исследовании представлены стратегические особенности управления социально-экономическим развитием территорий, связанные с организацией деятельности нефтегазовой отрасли. Раскрыта сущность и особенности системы сбалансированных показателей, позволяющая осуществлять эффективный контроль операционной деятельности нефтегазового комплекса.
Ключевые слова: система сбалансированных показателей, стратегические инициативы, оперативное управление, нефтегазовый комплекс.

Развитие нефтегазового комплекса России сопряжено с необходимостью внедрения системного подхода, так как формирование сырьевого фактора является приоритетным и входит в долгосрочные национальные цели развития, что позволяет сохранить технико-технологический суверенитет страны. Такое видение будущего нефтегазового комплекса России вырабатывает взгляд на критерий многоаспектности, синтезируя условные составляющие каждого объекта (геологоразведка, разработка месторождения, процесс добычи, транспортный путь, конечная точка доставки ресурса, с учетом климатических изменений и экологической компоненты), позицию выбранной стратегии, которая должна носить умеренно-рискованный характер, позволять объективно оценить текущее положение конкурентов и собственные возможности.

Выбранная стратегия требует управления в рамках технологического развития, установления правил и избирательности приемов целевого развития нефтегазового комплекса в рамках экономической системы страны [2].

Исследователи стратегического управления выделяют как основу - теоретические аспекты системного подхода к рассматриваемой хозяйствующей среде, которая включает в себя множество взаимосвязанных элементов, и методический подход к ответам на поставленные стратегические вызовы, разделяя решение их на этапы (ранжирование показателей нефтегазового комплекса по степени важности) – рисунок 1.

Рисунок 1 – Стратегическое управление нефтегазового комплекса по этапам

Каждый этап имеет свои подзадачи:

– выявление слабых сторон в деятельности нефтегазового комплекса (показатели внутренней среды) с целью идентификации разрыва между текущим и желаемым результатом;

– установление сильных сторон, как драйвера дальнейшего развития отрасли с учетом намеченных ориентиров для усиления ее конкурентоспособности;

– анализ текущего положения нефтегазового комплекса страны и реальных возможностей для поднятия ее на более высокий уровень функциональности;

– угрозы внешней среды, чтобы находить решения для адаптации управления ресурсами нефтегазового комплекса к колебаниям баланса технологического, экономического, партнерского равновесия с учетом ключевых тенденций на мировом газовом рынке, т.е. нужен поиск стратегических альтернатив.

Целеполагание определяет осознанный выбор и постановку целей с разработкой механизмов, используемых в поэтапном плане, с учетом внешнего контура событий.

Выделяется ряд причин приводящих к возникновению трудностей при реализации стратегического управления нефтегазовой сферой:

– недостаточно глубокий анализ внешнего и внутреннего контура отрасли усиливает негативные последствия неверных стратегических решений;

– применение нового алгоритма пребывания на рынке нефтегазового ресурса вызывает увеличение затрат, связанных с переориентацией рынков сбыта, неучтенных ранее в экономической стратегии;

– отставание среднего и низшего уровня управления, оперирующего конкретными показателями, вследствие отсутствия нужного представления о проводимой стратегии и четко поставленных задач по основным бизнес-процессам;

– отсутствие центров ответственности по контролю стратегических показателей для нефтегазового комплекса;

– распределение привлеченных ресурсов в рамках сформированной бюджетной системы слабо привязано к стратегии развития того или иного объекта, т.е. бюджетирование и стратегическое планирование раскрываются как независимые параллельные процессы;

– отсутствие интегрированных и единых информационных каналов, применяемых в ходе выбранной стратегии, приводит к несбалансированности информационной подачи данных и некорректности принятия управленческих решений.

Таким образом, сложности внедрения принятой стратегии связаны с:

– трансформацией стратегии в зависимости от внешних и внутренних факторов;

– областью контроля показателей ввиду отсутствия центров ответственности и качественного исполнения информационных коммуникаций между ними.

На протяжении XX столетия шла постоянная оценка результатов деятельности хозяйствующих организаций, и предпринимались попытки создания моделей измерения и оценки результатов их деятельности.

Первые модели измерений, которые появились в 1920-х г. и впоследствии распространились в странах с рыночной экономикой, были довольно простыми для расчета и строились исключительно, исходя из финансовых показателей (например, мультипликативная модель Дюпона - показатель ROI). В 1970-1990-х гг. появились новые концепции оценки стоимости и эффективности деятельности предприятий – таблица 1, среди которых наиболее популярными являются сбалансированная система показателей (BSC – комплексная оценка работы хозяйствующего субъекта, включая финансовые показатели) и показателя экономической добавленной стоимости (EVA – прибыль предприятия после вычета платы за кредитный капитал). Развитие данных подходов управления представлены в таблице 1.

Таблица 1

Прогресс в рамках парадигмы определения стоимости и эффективности деятельности хозяйствующего субъекта [8]

1920-е годы	1970-е годы	1980-е годы	1990-е годы
Модель Дюпона (Du Pont Model - (ROI) Рентабельность инвестиций	Чистая прибыль на одну акцию (EPS) Коэффициент соотношения цены акции и чистой прибыли (P/E)	Коэффициент соотношения рыночной и балансовой стоимости акций (M/B) Рентабельность акционерного капитала (ROE) Рентабельность чистых активов (RONA) Денежный поток (Cash Flow)	Экономическая добавленная стоимость (EVA) Прибыль до выплаты процентов, налогов и дивидендов (EBITDA) Рыночная добавленная стоимость (MVA) Сбалансированная система показателей (Balanced Scorecard - BSC) Показатель совокупной акционерной доходности (TSR) Денежный поток отдачи на инвестированный капитал (CFROI)

Сравнение американскими консультантами Р. Боултоном, Б. Либертом и С. Самеком (Arthur Andersen) рыночной и балансовой стоимости трех с половиной тысяч американских компаний (на протяжении двух десятков лет) показало, что на начало 1978 г. эти показатели располагались близко один от другого (балансовая стоимость составляла 95 % от рыночной стоимости), а к началу 1998 г. - они не совпадали и значительно (балансовая стоимость составляла лишь 28 % от рыночной стоимости). Увеличение этого «разрыва» объясняется авторами увеличением роли нематериальных активов, таких как интеллектуальный капитал, репутация, незавершенные научно-исследовательские разработки и отсутствием точной методики оценки нематериальных активов (учета).

Проблематика преодоления разрыва между стратегическим управлением и операционной деятельностью в значимых бизнес-процессах нефтегазового комплекса была изучена исследователями-экономистами на примере американских компаний, результаты которой были положены в технологии ключевых показателей. Предпосылками к появлению системы сбалансированных показателей стало осознание, что традиционные системы оценки компаний, основанные только на финансовых показателях, не отражают полную картину эффективности бизнеса и не позволяют создать гибкую модель управления.

Наиболее распространенными технологиями, для практики ведения крупных бизнес-процессов, стали [6]:

– модель «стейкхолдер» («stakeholder») Э. Фримана (концепция заинтересованных сторон, 1984);

– пирамида результативности (Performance Pyramid) К.Мак-Найра, Р.Линча и К.Кросса (ориентация на потребителя: стратегия и финансовые показатели и коэффициенты нефинансового характера, 1990);

– концепция системы сбалансированных показателей (Balanced Scorecard - BSC) Д. Нортона и Р. Каплана (полная картина эффективности бизнес-компании, не ограниченная только рамками финансовой отчетности, 1992).

Сформулированные концепции стали реальными инструментами формализации и детализированного описания стратегии, положенные в создание методического обеспечения и формирование технологии для реализации стратегии, где непрерывный мониторинг в режиме реального времени позволяет перевести выбранную стратегию на уровень оперативного управления. Более того, практика показала, что используемые оценочные индикаторы позволяют видеть структуру всего процесса управления.

Появление американской (Р. Каплан и Д. Нортон) системы BSC связано с исследованием системы измерения результатов деятельности крупных компаний, которые увеличили измерительные системы путем введения показателей нефинансового характера, что позволило им расширить информационную базу для принятия управленческих решений. Результаты проведенных исследований привели к появлению концепции сбалансированной системы показателей.

Стратегия, которая предусматривает управляемый переход организации из существующего состояния в желаемое, но крайне неопределенное будущее состояние, с точки зрения концепции ССП рассматривается как некоторая теоретическое положение. Данная система позволяет выделять ключевые показатели, определяющие эффективность и ценность управленческих решений и операционной деятельности.

Появление BSC, как многовекторной политики управления большим бизнесом и сбалансированной системы стратегического измерения, явилось стремление организаций к органическому согласованию интересов разных групп стейкхолдеров - акционеров, потребителей, партнеров, кредиторов. Сохраняя финансовую составляющую в качестве основного параметра управления бизнес-процессами, одновременно придается должное значение обобщенному интегрированному комплексу критериев долгосрочного финансового успеха: клиентская база, внутренние процессы (от производственной деятельности до НИОКР и последующего массового спроса), привлеченный персонал и периодически осуществляется контроль за основными видами деятельности.

В классическом варианте ССП стратегическое развитие организации рассматривается по четырем направлениям [2; 4]:

– финансы – показатели рентабельности инвестиций (ROI), экономической добавленной стоимости (EVA), денежной добавленной стоимости, выручки, прибыли, продаж, денежных потоков, которые отражают интерес акционеров/собственников, инвестирующих средства в организацию;

– клиенты – развитие заинтересованности потребителя для достижения желаемого финансового положения организации, где ключевыми показателями становятся: качество, обслуживание, величина ценового фактора, время, имидж, отношения;

– внутренние процессы - производство, доставка, маркетинг, контроль качества, НИОКР для создания и поддержания конкурентного преимущества организации;

– обучение и развитие – направленность на знания, умения, опыт, технологии и др. нематериальные активы организации (персонал, человеческий капитал, знания, технологии, корпоративная культура, все нематериальные активы) для реализации конкурентного преимущества.

К преимуществам внедрения ССП относятся [1; 3]:

– установление объективных мер в области распределения ресурсов;

– вовлечение широкого круга сотрудников (подразделений) к реализации выбранной стратегии через ССП;

– преобразование стратегии управления в структурированный процесс;

– создание системы мотивации персонала с учетом инициативности, что является основой для определения вознаграждений;

– управление бизнесом как комплексная и обоснованная система принятия управленческих решений на основе многофакторного анализа;

– построение вероятных сценариев развития бизнеса и степень его прозрачности, как меры оценки бизнеса;

– интегрирование со всеми инструментами управления бизнесом с учетом выбранной стратегии;

– соединение стратегического и оперативного управления;

– корректирование стратегии при наличии новых возможностей или возникающих угроз (двусторонний процесс);

– определение источника проблемы (в случае возникновения) и возможности ее устранения (формулирование способа);

– способствование проработки выбранной стратегии для согласованности на всех уровнях функциональной специализации организации.

К недостаткам ССП относятся:

– построение полного формата ССП только при понимании всеми сотрудниками принятой стратегии развития организации;

– применение СПП не может заменять другие элементы выбранной стратегии;

– измерение ключевых факторов достижения стратегических целей в индикаторных конкретных показателях;

– отсутствие механизмов разрешения возникающих конфликтных ситуаций.

Кроме этого, преимущество BSC состоит в ее целостности и системности, где показатели могут оцениваться, начиная от корпоративного уровня до уровня хозяйственных подразделений/отдельных индивидов. Ее отличие состоит в том, что финансовые и нефинансовые индикаторы интегрируются с учетом причинно-следственных связей между результирующими показателями и ключевыми факторами, под влиянием которых они формируются. Наличие причинно-следственных связей в модели BSC подчеркивали сами авторы Р.С. Каплан и Д.П. Нортон [5].

В процессе применения BSC большая часть ученых усматривает в ней структуру всего процесса операционного управления или организационную структуру, которая позволяет расширить возможности измерения, оценки и контроля на уровне стратегического и операционного управления организацией.

При использовании систем управления, основанных на ССП, последовательность задач по разработке и внедрению стратегии приобретает следующий вид [7]:

– определение бизнес-сферы деятельности организации;

– анализ рассматриваемой отрасли и конкурентной ситуации (анализ внешней среды), анализ ресурсов и конкурентных возможностей организации (анализ внутренней среды);

– определение миссии и ценности организации, постановка долгосрочных и краткосрочных ее целей, которые создадут конкурентное преимущество;

– выбор и разработка стратегии развития организации;

– разработка стратегического плана организации с детализацией стратегии, которая связывает в систему четко определенные задачи основных бизнес-процессов;

– создание ССП, основанной на стратегических задачах организации;

– приспособление организационных систем управления к выбранной организацией стратегии, определение уровней контроля по распределению ответственности: за показатели и связь между ними, по достижению уровня запланированных показателей, по отклонениям от плана (разбор причин);

– выбор системы управления с учетом адаптации способов учета в системе контрольных показателей;

– построение системы мотивации персонала, направленной на достижение плановых показателей;

– оценка и анализ деятельности организации с акцентом отклонений в реализации стратегии, которые ведут к принятию управленческих решений / возможной корректировке выбранной стратегии.

Таким образом, рассматривая стратегию развития нефтегазового комплекса страны, следует, что она должна стать систематизированной и состоит из последовательных задач на региональном, а затем на федеральном уровне, выполнение которых необходимо контролировать на разных уровнях управления. Отражается в действиях всех отраслевых составляющих задуманного процесса (производства, снабжение, финансы, маркетинг, менеджмент, персонал, научные исследования и разработки) и реализуется путем эффективных действий менеджеров для достижения ими заранее намеченных результатов.

Систематизированные подходы к управлению нефтегазовым комплексом дают возможность сократить издержки и регулировать управленческую деятельность, ускорять процессы, в том числе цифровой трансформации и изменять подходы к контролю и определению показателей эффективности.

Литература

1. Скляров И. Ф. Система. Системный подход. Теории систем / И.Ф. Скляров. - Москва: Либроком, 2011. - 111 с.
2. Павличенко И. Дизайн Agile организаций: системный подход к построению адаптивных компаний. Российский опыт / Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2025. - 205 с.
3. Юдина С. В. Управление интеллектуальным трудом в корпорации: системный подход: монография / Москва: АТИСО, 2013. - 288 с.
4. Николенко В. Ю. Системный подход к управлению высокотехнологичными проектами / Издательские решения, 2025. - 491 с.
5. Зуб А. Т., Локтионов М. В. Стратегический менеджмент: системный подход / Москва: Генезис, 2011. - 847 с.
6. Федосеев А. В. Эффективность интеграции промышленных предприятий: монография / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет». - Челябинск: Библиотека А. Миллера: Изд-во ЮУрГГПУ, 2021 (Челябинск). - 160 с.
7. Иванова В. Г. Развитие учетно-аналитических подходов формирования модели сбалансированных показателей коммерческих организаций: монография / Моск. регион. соц.-экон. ин-т, Каф. бух. учета, анализа и аудита. - Москва: Изд-во МПА-ПРЕСС, 2013. - 245 с.
8. Резанов В. К., Анисимов А. С., Беляева М. В. Стратегическое управление устойчивым развитием города: система сбалансированных показателей подразделений администрации / Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2014. - 387 с.

Application of management tools and a systematic approach in the Russian oil and gas complex

Treyman M.G.

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The study examines the features of the formation of organizational and economic mechanisms for managing the oil and gas complex in Russia, which will subsequently make it possible to create a systematic approach to managing oil and gas systems. The study presents the strategic features of managing the socio-economic development of territories related to the organization of the oil and gas industry. The study reveals the essence and features of the balanced scorecard system, which allows for effective control of the operational activities of the oil and gas complex.

Keywords: balanced scorecard, strategic initiatives, operational management, oil and gas complex.

References

1. Sklyarov I. F. System. System Approach. Systems Theory / I. F. Sklyarov. - Moscow: Librokom, 2011. - 111 p.
2. Pavlichenko I. Agile Organization Design: A System Approach to Building Adaptive Companies. Russian Experience / St. Petersburg: PITER, 2025. - 205 p.
3. Yudina S. V. Management of Intellectual Labor in a Corporation: A System Approach: Monograph / Moscow: ATISO, 2013. - 288 p.
4. Nikolenko V. Yu. A System Approach to Managing High-Tech Projects / Publishing Solutions, 2025. - 491 p.
5. Zub A. T., Loktionov M. V. Strategic Management: A System Approach / Moscow: Genesis, 2011. - 847 p.
6. Fedoseev A. V. The Effectiveness of Industrial Enterprises Integration: A Monograph / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Humanitarian Pedagogical University". - Chelyabinsk: A. Miller Library: South Ural State Humanitarian Pedagogical University Publishing House, 2021 (Chelyabinsk). - 160 p.
7. Ivanova V. G. The development of accounting and analytical approaches to the formation of a model of balanced indicators of commercial organizations: monograph / Moscow. region. social-economic in-t, Kaf. buh. accounting, analysis and audit. Moscow: Publishing house of the IPA-PRESS, 2013. 245 p.
8. Rezanov V. K., Anisimov A. S., Belyaeva M. V. Strategic Management of Sustainable City Development: A Balanced Scorecard for Administration Units / Khabarovsk: PNU Press, 2014. - 387 p.

Условия труда в строительной отрасли и направления совершенствования системы управления профессиональными рисками

Павлючко Ирина Петровна
доцент, кандидат филологических наук, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, pavluchkoirina@rambler.ru,

Нестеров Данила Александрович
студент института гидротехнического и энергетического строительства, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, nesterow.70@yandex.ru,

Туткушбаев Тимур Дмитриевич
студент института гидротехнического и энергетического строительства, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ttutkushbaev@yandex.ru

Строительная отрасль характеризуется повышенным уровнем профессиональных рисков, что подтверждается статистическими данными о производственном травматизме. Цель исследования – выявление и систематизация факторов, определяющих условия труда в строительных организациях, а также обоснование направлений минимизации профессиональных рисков с учетом современных законодательных изменений. Методы. Исследование основано на анализе нормативных правовых актов, статистических материалов Федеральной службы по труду и занятости, данных Росстата за 2023–2025 гг., а также на изучении научных публикаций по проблематике охраны труда. Результаты. Выявлена динамика структуры причин травматизма: доля нарушений технологического процесса в 2025 г. возросла до 30% при сохранении значимости организационных недостатков (30–37%) и человеческого фактора (около 30%). Предложена классификация физических, химических, биологических и психосоциальных факторов с учетом этапов строительного производства. Научная новизна. Разработана классификация факторов производственной среды, учитывающая динамический характер условий труда на различных стадиях строительства. Практическая значимость**.** Обоснованы приоритетные направления профилактики профессиональных рисков, включая цифровизацию контрольных процедур и совершенствование системы профессиональной подготовки кадров.

Ключевые слова: строительное производство, охрана труда, условия труда, профессиональные риски, производственный травматизм, факторы производственной среды, специальная оценка условий труда.

Introduction

The construction complex occupies an important place in the economic system of the Russian Federation, ensuring the implementation of large-scale investment projects and housing construction programs. The increase in production activity volumes is naturally accompanied by growth in the number of employees in the industry. However, quantitative development indicators do not always correlate with the qualitative characteristics of employees' working conditions.

Analysis of official statistical data indicates the persistence of a tense situation in the field of occupational safety in the construction industry. According to information from the Federal Agency for Labour and Employment, construction consistently holds a leading position in terms of industrial injuries with severe consequences. Up to one-fifth of all industrial accidents occur annually at construction sites, with a significant portion resulting in fatalities [1].

The necessity of conducting this research is determined by a combination of factors. First, the persistently high level of occupational risks requires in-depth analysis of their origin and mechanisms of risk factors. Second, significant changes have occurred in recent years in the regulatory framework of occupational safety, including the approval of a new methodology for assessing occupational risks (Order of the Ministry of Labor of Russia dated June 11, 2025 No. 769n) and adjustments to special assessment procedures for working conditions [2, 3]. An additional stimulus for the research is the recorded transformation in the structure of injury causes, expressed in the increased share of technological process violations [1].

The purpose of this work is to identify and classify factors determining working conditions in construction organizations, as well as to substantiate directions for reducing occupational risks adequate to modern trends in industry development.

1. Theoretical and methodological foundations of working conditions research

1.1. Conceptual Framework and Regulatory Base

Conceptual Framework and Regulatory Base. In accordance with Article 209 of the Labor Code of the Russian Federation, working conditions are understood as a set of factors of the work environment and labor process that affect the performance and health of employees [4]. This definition serves as the basis for the entire system of occupational risk assessment and management.

The classification of working conditions established by current legislation provides their division into four classes: optimal, acceptable, harmful, and hazardous [4,5]. Assignment to the appropriate class is carried out based on the results of a special assessment of working conditions, conducted in the manner defined by Federal Law No. 426-FZ of December 28, 2013 [5].

Legal regulation of occupational safety in the construction industry is carried out at several levels. Basic provisions are contained in Section X of the Labor Code of the Russian Federation. Industry specifics are detailed in subordinate regulatory legal acts, among which key importance attaches to orders of the Ministry of Labor of Russia regulating occupational safety rules during construction, reconstruction and repair, when working at height, and when operating electrical installations.

1.2. Current Legislative Changes of 2025–2026

Current Legislative Changes of 2025–2026. In 2025–2026, significant changes occurred in the regulatory framework of occupational safety that are relevant to the construction industry.

On September 1, 2025, a new methodology for assessing occupational risks came into force, approved by Order of the Ministry of Labor of Russia No. 769n dated June 11, 2025 [2]. The document establishes the mandatory conduct of risk assessment at least once every two years and directs employers toward systematic hazard identification and development of management measures.

In 2026, new forms of medical certificates were introduced, and the list of factors considered during special assessment of working conditions was expanded. In particular, the special assessment procedure for working conditions was supplemented with methodologies for assessing working conditions at underground facilities, which is relevant for tunnel and underground structure construction [3].

2. Specifics of construction production as a source of occupational risks

2.1. Transformational Nature of the Construction Site

Transformational Nature of the Construction Site. The fundamental difference between construction production and stationary industrial facilities is its temporary and continuously changing nature. The construction site represents a dynamic system whose parameters transform as the facility is being erected. The successive change of construction stages—from earthworks to installation of engineering systems—is accompanied by changes in the range of occupational risks, which imposes increased demands on workers' adaptive capabilities.

This property can be defined as the multiphase nature of construction production, causing variability of occupational risks in the temporal continuum. Hazards relevant at initial stages lose significance as work progresses toward completion stages, giving way to new risk factors.

2.2. Multidisciplinary Nature of Construction Work

Multidisciplinary Nature of Construction Work. On the construction site, representatives of many professional groups work simultaneously: structure installers, rebar installers, concrete workers, roofers, finishers, electricians, plumbers, hoist operators, and others. Their interconnection creates the preconditions for additional risks, since the erroneous actions of one worker can threaten the safety of many.

2.3. Meteorological Conditionality of Working Conditions

Meteorological Conditionality of Working Conditions. A significant part of construction work is carried out on open sites, which determines the dependence of working conditions on natural and climatic factors. Exposure to low temperatures, precipitation, and wind loads not only creates additional health risks, but also reduces concentration, increasing the likelihood of errors.

2.4. The Phased Nature of Construction Production and The Corresponding Range of Risks

The Phased Nature of Construction Production and The Corresponding Range of Risks. The technological cycle of construction production can be structured as a sequence of stages, each of which is characterized by specific types of work and corresponding professional risks. Table 1 presents a systematization of the construction stages and the hazards associated with each of them.

Table 1

Stages of Construction Production and Occupational Risks

Production Stage	Main Types of Work	Characteristic Occupational Risks
Preparatory stage	Earthworks, foundation installation	Collapse of the soil mass, excavation flooding
Mounting of the supporting frame	Concreting, assembly of elements	Working at height and moving large cargo
Installation of enclosing structures	Roofing works	Working at height, adverse weather conditions
Finishing work	Plastering, painting, and finishing work	Air pollution and exposure to chemicals
Installation of engineering equipment	Electrical and plumbing work	Electrical injuries, working in confined spaces

The dynamics of activities at various stages create significant difficulties for the functioning of the occupational safety management system, requiring prompt identification of current hazards and timely implementation of protective measures.

3. Systematization of work environment factors

3.1. Physical Factors of Occupational Risk

Physical Factors of Occupational Risk .Among the spectrum of physical factors exerting the most intense impact on workers in construction specialties, the following stand out.

Risks of falling from height. This factor consistently dominates the structure of causes of fatal injuries in construction. According to research results, falls from height account for up to half of all accidents with severe consequences [1]. The main causes include: absence or incorrect application of safety equipment, unsatisfactory condition of scaffolding and gangways, ice formation on surfaces after precipitation.

Risks of injury from falling objects. The probability of injury due to falling materials, tools, or structural elements from above necessitates the imperative requirement for mandatory use of protective helmets on construction site territory.

Noise and vibration exposure. Technological processes in construction involve the use of numerous sources of noise and vibration: jackhammers, breakers, vibrating plates, compressor units, construction machinery. In a large number of workplaces, noise levels are in violation of maximum permissible values set by sanitary norms. Prolonged noise exposure initiates the development of occupational hearing loss, typically diagnosed at the stage of irreversible changes. Both local and general vibration can provoke the development of vibration disease.

3.2. Chemical Factors of the Work Environment

Chemical Factors of the Work Environment. The impact of chemical agents on workers in construction professions is realized primarily through inhalation, as well as through contact with skin.

Cement dust. When performing concrete, plastering, and masonry work, dust containing silicon oxide, chromium compounds, and alkaline components is generated. When cement dust enters the lungs, it triggers persistent inflammation. Over time, this can lead to pneumoconiosis, a chronic and irreversible occupational illness.

Organic solvent vapors. Organic solvent vapors are emitted during finishing processes. Many of these vapors are toxic and carcinogenic. During winter, limited ventilation traps these harmful substances in the workplace air, intensifying the hazard.

Construction machinery exhaust gases. At large construction sites with high equipment movement intensity, fuel combustion products may accumulate in the air, creating prerequisites for chronic intoxication.

3.3. Psychological and Organizational Determinants

Psychological and Organizational Determinants. The influence of psychological and organizational factors on the level of occupational injuries is often underestimated, although empirical data testify to their significant role.

Psychoemotional stress. Activity at the construction site is characterized by permanent stress, determined by rigid time constraints, irregular work schedules, high degree of responsibility both for work results and for personal safety.

Fatigue as a risk factor. Analysis of the temporal distribution of accidents reveals a stable pattern: maximum injury rates are recorded in the second half of the work shift and in the last days of the working week [6,7]. This pattern correlates with accumulation of fatigue—both physical and psychological. A worker in a fatigued state loses the ability to timely identify hazards, makes errors when performing routine operations, and neglects the use of protective equipment.

Social deprivation. A special category comprises workers employed on a shift basis. Prolonged time away from families, living in dormitories, absence of accustomed domestic comfort form stable background tension, increasing the probability of conflict situations and erroneous actions.

4. Analysis of occupational injuries in the construction industry

4.1. Dynamics and Structure of Injuries

Dynamics and Structure of Injuries. Analysis of statistical indicators characterizing the state of occupational injuries in the construction industry for the period 2023–2025 reveals the following trends.

The share of construction in the total volume of injuries with severe consequences remains in the range of 18–22%, which consistently keeps the industry in leading positions among all types of economic activity [1,8].

In the structure of injuries by type of incident, falls from height, falls on horizontal surfaces, injuries caused by moving objects and mechanisms, and collapses of structures and materials predominate.

4.2. Causal Conditionality of Injuries

Causal Conditionality of Injuries. Analysis of accident causes allows identification of several stable groups of factors, presented in Table 2.

Table 2

Dynamics of Causes of Occupational Injuries in Construction

Causal Factor	2023	2024	2025
Deficiencies in work organization	35%	37%	30%
Violations of technological regulations	8%	6%	30%
Human factor	30%	30%	30%
Deficiencies in professional training	8%	7%	7%

Source: compiled by the author based on data from [1, 8]

As can be seen from the data in the table, the most significant change in 2025 was the growth in the share of violations of technological regulations, reaching the level of organizational deficiencies. Researchers associate this transformation with personnel shortage and the engagement of employees lacking sufficient qualifications for work [1].

Analysis of studies conducted on this topic shows that the human factor steadily accounts for about 30% of cases throughout the entire analyzed period. The stability of this indicator testifies to the insufficient effectiveness of preventive measures oriented exclusively toward administrative methods [6].

4.3. Professional and Qualification Aspect

Professional and Qualification Aspect. Analysis of injury distribution by professional groups shows that the greatest risk is faced by erectors of steel

and reinforced concrete structures, reinforcing bar fixers, roofers, lifting mechanism operators, and electric and gas welders [8].

5. Promising directions for minimizing occupational risks

5.1. Digital Transformation of Safety Systems

Digital Transformation of Safety Systems. The experience of advanced construction organizations demonstrates the effectiveness of applying digital technologies for labor safety control.

Digital access systems. Implementation of electronic passes that automatically verify the worker's possession of valid training certifications, medical certificates, and personal protective equipment allows exclusion of persons not entitled to perform work. The system also monitors working time duration, preventing overtime and associated fatigue [6,10].

Video analytics. Modern video surveillance systems can not only record but also analyze ongoing events at the construction site in real time. Computer vision algorithms recognize violations and send signals to responsible persons for action.

5.2. Organizational and Psychological Preventive Measures

Organizational and Psychological Preventive Measures. Alongside technological solutions, the importance of organizational and psychological preventive measures is increasing. Foreign researches substantiate the necessity of including psychological support in the complex of occupational safety measures [10]. It has been proved that anxiety acts as a predictor of risky behavior, while the level of depression affects workers' readiness to participate in safety measures.

5.3. Improvement of Professional Training

Improvement of Professional Training. Furthermore, it is important to note that personnel shortage and insufficient worker qualifications are significant factors affecting injury rates. Modern approaches to training presuppose the use of distance technologies, simulators, and training devices enabling the formation of stable safe behavior skills without risk to the health of trainees.

Conclusion

The conducted research allows formulation of the following conclusions.

1. Working conditions in the construction industry are determined by the complex impact of physical, chemical, biological, and psychosocial factors. The specifics of manifestation of these factors are conditioned by the transformational nature of construction production, the multiprofessional staff, and the meteorological dependence of a significant proportion of technological operations.
2. Statistical analysis of occupational injuries testifies to the persistence of a tense situation in the industry. In 2025, a change in the structure of injury causes was recorded, expressed in the increase in the share of violations of technological regulations to the level of organizational deficiencies. The human factor maintains a stable share at 30%.
3. Legislative innovations of 2025–2026 create prerequisites for improving the occupational safety management system; however, they require adaptation of corporate management systems and increased effectiveness of control mechanisms.
4. The most promising directions for minimizing occupational risks are the introduction of digital safety monitoring systems, development of organizational and psychological preventive measures, and improvement of professional personnel training.

Further research should advisably be directed toward developing quantitative methods for assessing the effectiveness of preventive measures and creating industry standards for occupational risk management considering the specifics of various types of construction work.

Working conditions in the construction industry and directions for improving the occupational risk management system

Pavlyuchko I.P., Nesterov D.A., Tutkushbaev T.D.
National Research Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Introduction. The construction industry is characterized by a high level of professional risks, as confirmed by statistical data on professional injuries. The purpose of the study is to identify and classify factors determining working conditions in construction organizations, as well as to substantiate directions for minimizing occupational risks considering current legislative changes. **Methods.** The research is based on the analysis of regulatory legal acts, statistical materials from the Federal Agency for Labour and Employment, Rosstat data for 2023–2025, as well as the study of scientific publications on professional safety issues. **Results.** The dynamics of the injury causes structure has been revealed: the share of technological process violations in 2025 increased to 30%, while the significance of organizational shortcomings (30–37%) and the human factor (about 30%) remained. A classification of physical, chemical, biological, and psychosocial factors considering the stages of construction production is proposed. **Scientific novelty.** A classification of work environment factors has been developed, taking into account the dynamic nature of working conditions at various stages of construction. **Practical significance.** Priority directions for occupational risk prevention are substantiated, including digitalization of control procedures and improvement of the professional training system.

Keywords: construction production, labour protection, working conditions, occupational risks, industrial injuries, work environment factors, special assessment of working conditions.

References

1. Gosudarstvennaya inspekciya truda v CHuvashskoj Respublike. Obzor neschastnyh sluchaev s tyazhelymi posledstviyami v organizaciyah stroitel'noj sfery za 5 mesyacev 2025 goda [Elektronnyj resurs]. – URL: https://git21.rostrud.gov.ru/news/1302789.html (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
2. Prikaz Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii ot 11.06.2025 № 769n «O vnesenii izmenenij v nekotorye normativnye pravovye akty Ministerstva truda i social'noj zashchity Rossijskoj Federacii po voprosam ohrany truda». – Tekst: neposredstvennyj.
3. Associaciya «SRO «AL'YANS STROITELEJ». SOUT 2025: polnyj razbor izmenenij za god [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.as-sro.ru/seminar_04_12_25 (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
4. Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii: Federal'nyj zakon ot 30.12.2001 № 197-FZ (red. ot 01.03.2026). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
5. O special'noj ocenke uslovij truda: Federal'nyj zakon ot 28.12.2013 № 426-FZ (red. ot 01.01.2026). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_155241/ (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
6. Fomina E.E., Gutsulyak V.E. Results of Analysis of the State of Occupational Safety at the Construction Stage of Production Facilities // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. – 2025. – № 11. – S. 58–64. – Tekst : neposredstvennyj.
7. Idris M.A., Gitter A., Deemer E., Zhang Y., Gao J. Work- and hydration-related health outcomes prevalence among USA construction workers: evidence from the national survey // Frontiers in Public Health. – 2026. – Vol. 13. – DOI: 10.3389/fpubh.2025.1721825. – URL: https://www.frontiersin.org/journals/public-health (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
8. Sadeghi H., Cheung C., Yunusa-Kaltungo A., Manu P. A systematic review of maturity models on occupational safety and health, Industry 4.0 technologies and modern method of construction // Proceedings of the Creative Construction Conference 2025. – 2025. – P. 205–214. – DOI: 10.22260/CCC2025/0026. – URL: https://www.creative-construction-conference.com/proceedings (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.
9. VNII truda Mintruda Rossii. Analiz proizvodstvennogo travmatizma v Rossijskoj Federacii (po dannym informacionnoj sistemy MAX za 2021–2024 gg.): analiticheskij obzor. – Moskva, 2025. – 48 s. – Tekst : neposredstvennyj.
10. Guo N., Liu Y., Yu S., Xia B., Cong W. Examining the Role of Psychological Symptoms and Safety Climate in Shaping Safety Behaviors Among Construction Workers // Behavioral Sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – P. 66. – DOI: 10.3390/bs15010066. – URL: https://www.mdpi.com/journal/behavsci (data obrashcheniya: 05.04.2026). – Tekst: elektronnyj.

Повышение эффективности функционирования деятельности в жилищно-коммунальном хозяйстве

Уразаев Эдуард Радикович
аспирант каф. «Финансы и кредит», Ульяновский государственный технический университет, ed.urazaev@gmail.com,

Шитов Владимир Николаевич
канд. эконом. наук, доцент кафедры «Финансы и кредит», Ульяновский государственный технический университет, shvn1964@mail.ru

Статья посвящена теме анализа современного состояния жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Российской Федерации и поиска путей повышения его эффективности. В работе выявлены ключевые проблемы отрасли. Предложен комплексный механизм совершенствования организационно-экономических основ ЖКХ.
Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, тарифное регулирование, текущий ремонт, капитальный ремонт, многоквартирные дома, управляющие организации, фонды капитального ремонта, энергоэффективность, качество жизни.

Большое количество проблем, накопившихся в отрасли жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), является причиной низкой эффективности её функционирования. Для изменения текущей ситуации требуются комплексный подход к изменению организационно-экономических основ её функционирования [1].

С целью анализа состояния и для последующей выработки предложений по повышению эффективности, целесообразно выделить три основных блока взаимодействий в рамках процесса предоставления коммунальных услуг, являющегося основополагающим для обеспечения комфортных и безопасных условий проживания граждан.

Таблица 1
Основные блоки взаимодействий в рамках предоставления коммунальных услуг

Жилищно-коммунальное хозяйство		
1. Содержание и ремонт общедомового имущества многоквартирных жилых домов (МКД)	2. Содержание и ремонт инженерных коммуникаций для предоставления коммунальных услуг (сети)	3. Ресурсоснабжающие организации (РСО) производящие коммунальные ресурсы, а также прием и переработку сточных вод, операторы по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО)

Каждый из указанных блоков имеет как общие проблемы, такие как:

- ✓ хроническое недофинансирование, и как следствие высокий износ основных фондов;
- ✓ кадровый голод;
- ✓ правовая зарегулированность.

Так и специфические, присущие лишь конкретным блокам, характеризующим различные стадии взаимодействия между участниками процесса генерации, доставки и предоставления коммунальных услуг, или части из выделенных блоков.

Содержание и ремонт общедомового имущества МКД в контексте рассматриваемого процесса предоставления коммунальных услуг состоит из следующих основных стадий:

- ✓ обслуживания, регулировки и ремонта внутридомовых инженерных сетей;
- ✓ контроля параметров коммунального ресурса на границе эксплуатационной ответственности и претензионная работа в случае отклонения параметров;
- ✓ при отсутствии прямых договоров между населением и РСО – организация механизма начисления и сбора денежных средств за потребленный коммунальный ресурс.

Согласно Государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ), в России из 950 917 многоквартирных жилых домов в 609 303 домах собственники в качестве реализации способа управления привлекли управляющие организации, а 51 404 избрали товарищества собственников недвижимости (ТСН), жилищно-строительные кооперативы (ЖСК) и иные способы кооперативного управления, что от общего числа составляет 69,48% [2]. Таким образом функции исполнения указанных выше стадий в большинстве случаев возлагается на управляющие компании (УК) в рамках исполнения договора управления, а на ТСН в рамках Устава общества.

Ненадлежащее исполнение указанных функций, в свою очередь, может повлечь предоставление коммунальной услуги ненадлежащего качества, однако причиной этого, могут стать сложившиеся специфические условия функционирования правоотношений между собственниками помещений в МКД и управляющими организациями, подкрепленные многочисленной судебной практикой.

Так в настоящее время суды признают управляющие компании профессиональными участниками рынка оказания услуг и возлагают на них полную ответственность за содержание и ремонт общедомового имущества, независимо от наличия у них источников финансирования со стороны собственников помещений. Тем самым нарушается баланс интересов собственников помещений и УК, на последних при этом возлагается ответственность за предоставление услуг надлежащего качества, с обязательством проведения перерасчета за неполное или ненадлежащее предоставление коммунальных услуг, а также возмещение причиненного ущерба в результате аварии, штрафные санкции и иные расходы.

Проблема отсутствия финансирования для проведения ремонтных работ и достаточного финансирования для качественного обслуживания

общедомовых сетей вытекает из длительного характера договора управления. Так на начальном этапе выбора УК собственники совместно с управляющей организацией определяются с тарифом и необходимым планом ремонтных работ, однако это не гарантирует принятия аналогичных решений в последующем, в тоже время инженерные сооружения и инфраструктура подвержены износу моральному и эксплуатационному, что влияет на их надёжность, энергоэффективность и соответствие современным требованиям.

Проблема, на наш взгляд, кроется в существующем в настоящий момент механизме принятия решений об утверждении тарифа на содержание и финансирования плана мероприятий по текущему ремонту. Оба этих вопроса отнесены к полномочиям общего собрания собственников. При этом несмотря на декларируемую Жилищным кодексом РФ обязанность собственников по несению бремени расходов по надлежащему содержанию общего имущества, для самих собственников в действующем законодательстве ответственность не предусмотрена [3].

В случае отсутствия решения на общем собрании, орган местного самоуправления вправе самостоятельно утвердить тариф на содержание и ремонт. Как правило это происходит по одному из следующих сценариев:

1. утверждается тариф для группы домов по степени благоустроенности;
2. индексируется существующий тариф на ИПЦ.

Ни тот, ни другой подход не отражает специфики состояния конкретного многоквартирного дома и потребности финансирования ремонтных работ.

Первый подход использует группировки домов на основании наличия тех или иных инженерно-технических средств, как правило, на основании этажности, наличия мусоропроводов, лифтов и т.д., разумеется, данные градации не могу учитывать дополнительных систем, установленных в домах, таких как: видеонаблюдение, пожарно-охранных сигнализаций, шлагбаумов или дополнительных услуг, например консьерж-сервис или услуг садовника. В результате при утвержденном собственниками в доме перечне работ и услуг эти дополнительные системы и услуги должны финансироваться за счет других строк или же за счет ремонтного фонда дома.

При формировании тарифа на услуги по содержанию и ремонту в качестве ключевой статьи затрат выступает фонд оплаты труда (ФОТ), так как значительная часть работ, связанная с содержанием и ремонтом МКД требует непосредственного участия человеческого труда. С целью повышения производительности используются процессы автоматизации и цифровизации, однако в масштабах отрасли они составляют в настоящий момент незначительную долю [4].

Проведем анализ динамики изменения минимального размера оплаты труда (МРОТ) и индекса потребительских цен (ИЦП) [5, 6]:

Таблица 2

Сравнительная динамика ИПЦ и МРОТ с 2013 по 2026 год

Год	МРОТ (руб. в месяц на конец года)	Рост (в % к декабрю предыдущего года)	ИПЦ (в % к декабрю предыдущего года)	Сравнение динамики изменения показателей (в %)
2013	5 205			
2014	5 554	106,71	111,35	-4,64
2015	5 965	107,40	112,90	-5,50
2016	7 500	125,73	105,40	20,33
2017	7 800	104,00	102,50	1,50
2018	11 163	143,12	104,30	38,82
2019	11 280	101,05	103,00	-1,95
2020	12 130	107,54	104,90	2,64
2021	12 792	105,46	108,39	-2,93
2022	15 279	119,44	111,94	7,50
2023	16 242	106,30	107,42	-1,12
2024	19 242	118,47	109,52	8,95
2025	22 440	116,62	105,59	11,03
2026	27 093	120,74		

Как видно из данных, представленных в Таблице №2, показатели имеют разную динамику. Целью установления (повышения МРОТ) является компенсация инфляции и сохранения реальной покупательной способности граждан. За рассматриваемый период МРОТ увеличился более чем на 300%, накопленная же инфляция составляет 130%. В рамках рассматриваемого нами процесса тарифообразования и индексации, можно выделить тенденцию к превышению роста стоимости расходов на оплату труда по сравнению с официальным ИПЦ с 2016 года, таким образом индексация не позволяет компенсировать хозяйствующим субъектам роста затрат. Данная тенденция усугубилась наблюдаемой в последнее время рекордно низкой безработицей, которая привела к «перегреву» рынка труда и существенному росту зарплат [7].

Подтверждением того факта, что проиндексированные тарифы экономически не обоснованны, является превышение тарифа, формируемого по результатам открытых конкурсов по отбору управляющих организаций, проводимых муниципальными образованиями, по сравнению с тарифами для аналогичных домов принятых непосредственно собственниками помещений. Это объясняется, как правило, следующими причинами – многоквартирный дом за исключением случаев отбора УК для новостроек, попадает на конкурс в результате истечения срока предыдущего конкурса, а следовательно собственники не выбрали самостоятельно УК или же не реализовали свой выбор заключением договора управления, либо в результате расторжения договора управления по инициативе УК - в любом из этих случаев причиной является низкая активность собственников в управлении домом или же отсутствие диалога с действующей УК. УК выступает инициатором расторжения договора управления в том случае, если содержание и ремонт дома не обеспечивается действующим тарифом, в результате для управляющей организации управление данным домом становится нецелесообразным, так как не покрывает фактических затрат, а также несет риски применения санкций со стороны надзорных органов, а также риски возмещения ущерба в результате аварий. Данная мера считается крайней и УК прибегают к ней неохотно, продолжая управление жилым фондом по экономически необеспеченным тарифам. По результатам же открытого конкурса по отбору управляющей организацией размер тарифа может быть больше от 20 до 300% по сравнению с аналогичными домами, так как УК, заявляющиеся на конкурс, могут заранее оценить состояние фонда и требовать «премию за риск».

Для сравнения за тот же период минимальный размер взносов по капитальному ремонту в Ульяновской области увеличился для 9ти этажных домов с 5,20 руб./кв.м. в 2014 году до 15,05 руб./кв.м. при этом работы в рамках капитального ремонта выполняются теми же специалистами, что и содержание с текущим ремонтом [8, 9].

Решением данной проблемы, на наш взгляд, является утверждение муниципальными образованиями экономически обоснованного тарифа по содержанию для каждого многоквартирного дома, собственники которых самостоятельно не утвердили тариф, с учетом состава общедомового имущества, его состояния, размера прилегающей территории и т.д.

Для финансирования же проведения ремонтных работ целесообразно выделение отдельных статей «Непредвиденные затраты» и «Текущий ремонт». Данные статьи должны иметь накопительный характер и отличаться между собой по порядку формирования и назначению использования аккумулируемых средств. Формирование статьи «Непредвиденные затраты» целесообразно в размере 5% от размера тарифа на содержание дома и направлено на финансирование непредусмотренных тарифом статей, таких как устранение аварийных ситуаций, вывоз и утилизация снега и строительного мусора, обрезка зеленных насаждений и т.д. Статья «Текущий ремонт» должна формироваться индивидуально для каждого дома на основании комиссионного обследования (УК, представителей собственников, представителей администрации) с целью выявления фактического состояния и необходимого объема ремонтных работ. На основании результатов комиссионного обследования должна быть сформированы сметы на устранение выявленных дефектов, общая сумма которых должна аккумулироваться домом в течении последующих 12 месяцев.

Формула 1 расчет тарифа по статье «Текущий ремонт»

$T_{рем}= (\sum P_{рем} – S_{н}) : (S_{абон} * 12)$, руб/кв.м. в мес,

где:$\sum P_{рем}$ – сумма смет необходимых для устранения выявленных комиссией дефектов;

$S_{н}$ – остаток по статье «Текущий ремонт» на начало расчетного периода;

$S_{абон}$ – абонируемая площадь дома.

Введение данного механизма, с одной стороны, не снимает с УК обязанности по надлежащему содержанию и ремонту обслуживаемого фонда, при этом предоставляет прозрачный механизм финансирования необходимых ремонтных работ.

Альтернативным вариантов является проведения работ за счет средств УК с последующим выставлением собственникам по выше представленной формуле фактически понесённых затрат с индексацией их на размер ключевой ставки ЦБ РФ для компенсации привлечения дополнительного финансирования, в таком случае формула получит вид:

Формула 2 расчет тарифа по статье «Текущий ремонт» с учетом инвестиционных затрат

$T_{рем}= ((\sum P_{рем} – S_{кон}) * I) / (S_{абон} *12)$, руб/кв.м. в мес,

где: $\sum P_{факт}$ – сумма фактически понесенных затрат на устранение выявленных комиссией дефектов,

I – ключевая ставка Центрального банка России.

Данный механизм целесообразно совместить с деятельностью Фондов капитального ремонта, в случае если в результате комиссионного обследования выявлено, что для приведения в нормативное состояние необходим ремонт более чем 30% инженерной системы дома. В случае недостаточности средств на счету дома, сформированному за счет взносов собственников, расчет минимального размера взноса по капитальному ремонту производить по аналогии с формулой №1, которая примет вид:

Формула 3 расчет минимального размера взноса по капитальному ремонту

$T_{кап} = (\sum P_{кап} – S_{н.кап}) : (S_{абон} * 12)$, руб/кв.м. в мес,

где: $\sum P_{кап}$ – сумма смет по работам капитального характера,

$S_{н.кап}$ – остаток средств «Капитальный ремонт» на начало расчетного периода,

$S_{абон}$ – абонируемая площадь дома.

Внедрение предложенного механизма станет ключевым инструментом обновления жилого фонда, это позволит:

✓ Существенно улучшить техническое состояние многоквартирных домов, продлив их эксплуатационный ресурс.

✓ Снизить уровень аварийности за счёт своевременной диагностики и устранения критических дефектов конструкций и инженерных систем.

✓ Повысить энергоэффективность зданий путём модернизации теплоизоляции, установки современного оборудования и внедрения автоматизированных систем управления энергопотреблением.

✓ В конечном счёте обеспечить повышение качества жизни населения благодаря созданию более комфортных, безопасных и экономичных условий проживания.

Литература

1. Уразаев, Э. Р., Шитов, В. Н. Причины низкой эффективности деятельности в сфере ЖКХ // Экономика строительства. - 2024. - №12. - С. 257-259.
2. Размещение информации о многоквартирных домах в разрезе способов управления / [Электронный ресурс] // ГисЖКХ : [сайт]. — URL: https://dom.gosuslugi.ru/#!/wdgt-mkd-control-method (дата обращения: 11.03.2026).
3. "Жилищный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 №188-ФЗ (ред. от 20.02.2026) – Ст. 39
4. Уразаев, Э. Р., Шитов, В. Н. Цифровые технологии в жилищно-коммунальном хозяйстве [Текст] / Э. Р. Уразаев, В. Н. Шитов // Инновации и инвестиции. — 2025. — № 9. — С. 426-427.
5. Федеральный закон от 19 июня 2000 года №82-ФЗ (ред. от 28.11.2025) "О минимальном размере оплаты труда"
6. Инфляция и ключевая ставка Банка России / [Электронный ресурс] //: [www.cbr.ru]. — https://cbr.ru/hd_base/infl/ (дата обращения: 06.04.2026).
7. Артем Чугунов, Олег Сапожков Жить стало богаче, но не веселее / Артем Чугунов, Олег Сапожков [Электронный ресурс] // https://www.kommersant.ru : [сайт]. — URL: https://www.kommersant.ru/doc/8249157 (дата обращения: 08.04.2026).).
8. Алексей Николаев «Управдом». Минимальный взнос уже немаленький / Алексей Николаев [Электронный ресурс] // https://www.ulpressa.ru : [сайт]. — URL: https://ulpressa.ru/2025/02/01/upravdom-minimalnyj-vznos-uzhe-nemalenkij/ (дата обращения: 08.04.2026).
9. О внесении изменений в постановление Правительства Ульяновской области от 31.01.2019 № 35 П : постановление Правительства Ульяновской области от 26.12.2025 № 792 П // Официальный интернет портал правовой информации. — 2025. — URL: (дата обращения: 08.04.2026).

Improving the efficiency of housing and communal services

Urazaev E.R., Shitov V.N.

Ulyanovsk State Technical University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article is devoted to the analysis of the current state of the housing and communal services sector (HCS) in the Russian Federation and the search for ways to improve its efficiency. The paper identifies the key problems of the industry. A comprehensive mechanism for improving the organizational and economic foundations of the HCS is proposed.

Keywords: housing and communal services, tariff regulation, current repairs, major repairs, apartment buildings, management companies, major repairs funds, energy efficiency, quality of life.

References

1. Urazayev, E. R., Shitov, V. N. Reasons for the low efficiency of activities in the housing and communal services sector // Economics of Construction. - 2024. - No. 12. - Pp. 257-259.
2. Placement of information about apartment buildings in terms of management methods / [Electronic resource] // GISKH : [website]. — URL: https://dom.gosuslugi.ru/#!/wdgt-mkd-control-method (accessed on 11.03.2026).
3. "Housing Code of the Russian Federation" dated 29.12.2004 No. 188-FZ (as amended on 20.02.2026) – Article 39
4. Urazayev, E. R., and Shitov, V. N. Digital Technologies in the Housing and Communal Services Sector [Text] / E. R. Urazayev, V. N. Shitov // Innovations and Investments. — 2025. — No. 9. — pp. 426-427.
5. Federal Law No. 82-FZ of June 19, 2000 (as amended on 11/28/2025) "On the minimum wage"
6. Inflation and the key rate of the Bank of Russia / [Electronic resource] //: [www.cbr.ru]. — https://cbr.ru/hd_base/infl / (date of reference: 04/06/2026).
7. Artyom Chugunov, Oleg Sapozhkov Life has become richer, but not more fun / Artyom Chugunov, Oleg Sapozhkov [Electronic resource] // https://www.kommersant.ru : [website]. — URL: https://www.kommersant.ru/doc/8249157 (date of application: 04/08/2026).).
8. Alexey Nikolaev "The Manager". The minimum contribution is already quite a bit / Alexey Nikolaev [Electronic resource] // https://www.ulpressa.ru : [website]. — URL: https://ulpressa.ru/2025/02/01/upravdom-minimalnyj-vznos-uzhe-nemalenkij/ (accessed on 08.04.2026).
9. On Amendments to the Resolution of the Government of the Ulyanovsk Region dated 31.01.2019 No. 35 P: Resolution of the Government of the Ulyanovsk Region dated 26.12.2025 No. 792 P // Official Internet Portal of Legal Information. — 2025. — URL: (accessed on 08.04.2026).

Институциональная архитектура реализации адаптивной системы аграрной политики в условиях технологической трансформации и геополитической нестабильности

Халяпин Алексей Алексеевич
кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, wamp__1@rambler.ru

В статье исследована эффективность государственной поддержки АПК и формирование адаптивной системы аграрной политики в условиях технологической трансформации и геополитической нестабильности. На примере сопоставления российского и зарубежного опыта (Германия, США, Франция) выявлены проблемы: деградация научного потенциала, высокий износ фондов, низкая инновационная активность, неблагоприятный инвестиционный климат. Использованы системный, аналитический и логический методы. Системный метод позволил разработать структурно-функциональную модель институциональной архитектуры из четырёх блоков (институциональные условия, субъекты управления, рыночные факторы, инструментарий). Аналитический метод дал возможность систематизировать меры прямого и косвенного регулирования, выделив компенсационный блок. Логический метод обеспечил двухкритериальную классификацию инструментов аграрной политики. Автор приходит к выводу о необходимости перехода от дотирования производства к программно-целевой поддержке доходов сельхозтоваропроизводителей, развитию рыночной инфраструктуры и долгосрочного кредитования, усилению роли государства как институционального гаранта. Итоги исследования могут служить методологической основой для повышения эффективности бюджетных средств в АПК.

Ключевые слова: АПК, государственная поддержка, институциональная архитектура, адаптивная система, аграрная политика, технологическая трансформация, геополитическая нестабильность, эффективность, инструменты регулирования

Современный АПК РФ представляет собой сложную многофункциональную и многоуравневую иерархическую систему, развитие которой определяется, прежде всего, тенденциями и параметрами функционирования экономики страны в целом. Его возрождение невозможно без кардинального изменения отношения государства к науке, которое остается драматическим. За годы аграрной реформы почти в 2 раза сократилось число научных работников, стареет оборудование, под различными предлогами у институтов отбирают земли, молодые ученые уходят в другие сферы экономики и уезжают за рубеж. По сравнению с Германией, США, Францией оплата труда наших ученых ниже в 5-10 раз. Российские ученые, уехавшие за рубеж, передают наши знания, являясь востребованными по всему миру, и не найдя поддержки своего государства делают грандиозные открытия уже за флаг другой [1].

Сейчас остро стоит вопрос уже не о развитии, а хотя бы о сохранении научно-производственного потенциала АПК, стабилизации инновационных и инвестиционных процессов при более чем 50%-ном износе основных фондов и крайне низкой обеспеченности деревни сельхозтехникой. В пореформенный период уровень использования результатов научных исследований в сельском хозяйстве небывало снизился - с 65 до 5%.

Инвестиционный климат в АПК остается неблагоприятным, так как приток частных инвестиций (в том числе иностранных) при резком сокращении доли государства не способствуют в необходимых размерах активизации сельхозпроизводства. На сегодняшний день цель основной массы предприятий АПК, особенно в сельском хозяйстве, - выживание: внутренний рынок неустойчив, дороги кредиты, велико налоговое бремя и низка склонность к сбережению. Все это не позволяет оптимистически оценивать возможности роста инновационной и инвестиционной активности в отрасли, перспективы технического перевооружения и модернизации производства [2].

По экспертным оценкам, российское сельскохозяйственное производство характеризуется пятикратно более высокой энергоемкостью, четырехкратно большей металлоемкостью, а уровень производительности труда в нем в десять раз уступает показателям США, Канады и ведущих стран Европейского союза. Непреодоление данного разрыва ставит под угрозу обеспечение продовольственной безопасности страны, а внутренний рынок оказывается перед перспективой устойчивого доминирования иностранных поставщиков продовольствия.

Переход агропромышленного комплекса на инновационную модель развития обусловливает необходимость формирования и реализации комплексной стратегии, предполагающей активное участие государства в регулировании аграрной сферы. Результативность функционирования отечественного АПК и сельского хозяйства в значительной степени определяется качеством государственного планирования и регуляторной политики, которые обретают действенность лишь в сочетании с цивилизованными рыночными механизмами. Приоритетом аграрной политики должна стать выработка долгосрочной стратегии и формирование эффективной управленческой системы, способной обеспечить устойчивость национального агропромышленного комплекса к кризисным явлениям [3].

Вышеизложенные причины негативных тенденций при формировании аграрного сектора экономики в современных условиях и способы их преодоления можно систематизировать и обобщить в виде рисунка 1.

Необходимость формирования целостной системы государственной поддержки сельского хозяйства обусловлена потребностью в усилении роли государства как ключевого гаранта устойчивого функционирования рыночных механизмов в аграрном секторе. Государство должно косвенно воздействовать на спрос и предложение сельскохозяйственных товаров, межотраслевой обмен в АПК с целью создания в его отраслях равных условий для получения доходов, заботиться наряду с муниципалитетами о социальном развитии села, улучшении природоохраны [5].

Представленная на рисунке 2 схема отражает структурно-функциональную модель институциональной архитектуры, обеспечивающей реализацию адаптивной системы аграрной политики. Целью данной архитектуры является создание целостного механизма взаимодействия государства, институциональных регуляторов и рыночных факторов для устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях изменяющейся внешней среды.

Архитектура построена по блочно-иерархическому принципу, где каждый уровень (условия, регуляторы, инструменты, мероприятия) выполняет специфические функции, а обратные связи между ними обеспечивают адаптивность системы - её способность корректировать меры воздействия в ответ на изменения в социальной, инфраструктурной или нормативно-правовой среде.

Рисунок 1. Причины негативных тенденций развития аграрного сектора экономики в современных условиях и способы их преодоления (составлено автором по материалам исследования)

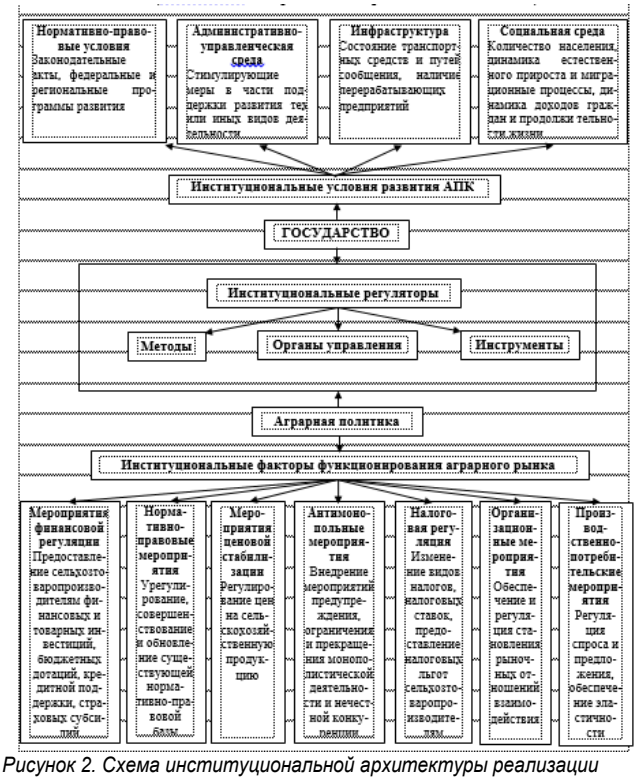


Рисунок 2. Схема институциональной архитектуры реализации адаптивной системы аграрной политики (составлено автором по материалам исследования)

Структурно-функциональная организация схемы может быть представлена *четырьмя основными блоками.*

Блок 1. Базовые институциональные условия развития АПК. Включает четыре группы факторов, формирующих среду функционирования аграрного сектора:

1. Нормативно-правовые условия (законодательные акты, федеральные и региональные программы) - задают «правила игры».

2. Административно-управленческая среда (стимулирующие меры поддержки) - определяет вектор активности экономических агентов.

3. Инфраструктура (транспорт, переработка) - обеспечивает материально-техническую базу товародвижения.

4. Социальная среда (демография, доходы, миграция) - формирует кадровый потенциал и платёжеспособный спрос.

Блок 2. Субъекты управления и регуляции. Центральное место отведено государству как главному актору, которое взаимодействует с институциональными регуляторами (отраслевые союзы, саморегулируемые организации, финансовые институты). Государство и регуляторы располагают набором инструментов и методов воздействия, реализуемых через специализированные органы управления. Это отражает принцип полицентричности: власть распределена, но скоординирована.

Блок 3. Институциональные факторы функционирования аграрного рынка. Данный блок выступает связующим звеном между регуляторами и конкретными мероприятиями. Он учитывает специфику рыночных отношений в АПК (сезонность, зависимость от погоды, эластичность спроса), которые должны быть учтены при выборе инструментов политики.

Блок 4. Инструментальный блок (мероприятия). Конкретные механизмы реализации аграрной политики, сгруппированные по функциональному признаку:

- *организационные мероприятия* (обеспечение рыночных взаимодействий) - создание инфраструктуры сбыта, ярмарок, бирж;

- н*алоговая регуляция* (льготы, спецрежимы) - фискальное стимулирование производства;

- *антимонопольные мероприятия* - защита конкуренции, ограничение монополизации переработчиков и трейдеров;

- *нормативно-правовые мероприятия* - адаптация законодательства к текущим вызовам;

- *мероприятия финансовой регуляции* (дотации, кредиты, страхование) -прямая и косвенная финансовая поддержка;

- м*ероприятия ценовой стабилизации* (интервенции, залоговые операции) - сглаживание ценовых колебаний;

- *производственно-потребительские мероприятия* (регуляция спроса и предложения) - управление товарными потоками, стимулирование переработки.

Адаптивность системы обеспечивается циркуляцией информации между блоками. Изменения в *социальной среде* (например, падение доходов) или *инфраструктуре* (например, разрушение логистики) фиксируются на уровне *институциональных факторов* рынка. Эти сигналы улавливаются *институциональными регуляторами* и передаются *государству*, которое корректирует набор *инструментов* и инициирует соответствующие *мероприятия* (например, усиливает финансовую поддержку или меняет налоговые ставки). Эффективность мероприятий оценивается по обратному влиянию на исходные условия, замыкая цикл управления.

Таким образом, предложенная архитектура представляет собой авторскую концептуализацию институционального дизайна аграрной политики, ориентированную на повышение её адаптивности, эффективности и адекватности современным вызовам.

Придание структурным преобразованиям в аграрном секторе статуса приоритетных задач является необходимым условием не только для устойчивого развития агропромышленного комплекса, но и для всей национальной экономики в целом. Сельское хозяйство, выступая системообразующим звеном хозяйственной системы, характеризуется высокой отдачей от вложенных средств и одновременно выполняет функцию ключевого драйвера общеэкономической динамики. Инвестиции в аграрную сферу генерируют мультипликативный эффект, распространяющийся на смежные отрасли и способствующий активизации хозяйственных связей. В этой логике представляется оправданным наращивание объёмов государственных ресурсов, включая инструменты эмиссионного финансирования, направляемых в сельское хозяйство вплоть до достижения им устойчивых конкурентных позиций на внутреннем и мировом продовольственных рынках [6].

Исторически сложившееся технико-технологическое отставание аграрной сферы России от промышленного сектора в период рыночных преобразований не только не было преодолено, но и существенно углу-

билось. Сложившиеся параметры урожайности, продуктивности животноводства и высокая ресурсоемкость производства объективно делают недостижимым требуемый уровень рентабельности. Вместе с тем именно данная особенность отечественного сельского хозяйства предопределяет его высокую инвестиционную восприимчивость.

Для активизации имеющегося потенциала требуется смена приоритетов государственной поддержки в сторону создания условий для оптимального долгосрочного кредитования агропромышленного комплекса. Технологическая модернизация и освоение инновационных методов производства позволят аграрному сектору кратно снизить удельные затраты, а следовательно, сократить зависимость от дотационных механизмов, призванных поддерживать издержкоемкое производство.

В последние годы сохраняется устойчивая тенденция к снижению инновационной активности в отечественной аграрной науке. Ежегодно значительное число научных разработок остаётся невостребованным, что обусловлено прежде всего низкой платёжеспособностью сельскохозяйственных организаций, не обладающих достаточными ресурсами для приобретения новой техники и оборудования. Эффективная система стимулирования научных достижений должна охватывать весь инновационный цикл — от разработки и апробации перспективных проектов до их промышленного внедрения, что позволит обеспечить технологическое обновление отрасли и совершенствование процессов производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Значительная часть отечественных сельскохозяйственных организаций эксплуатирует импортную технику, что актуализирует проблему наличия у персонала соответствующих компетенций. Техническая и технологическая модернизация аграрного сектора объективно требует наличия высококвалифицированных кадров. В этой связи необходима существенная корректировка системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов, с особым акцентом на привлечение кадров в сельскую местность, где дефицит профильных специалистов наиболее ощутим.

Повышение качественных характеристик трудовых ресурсов аграрной сферы возможно при условии стимулирования инновационной деятельности и целенаправленного бюджетного финансирования научно-исследовательских разработок. Существенная роль при этом отводится правовому регулированию научной деятельности в агропромышленном комплексе, а также формированию системы популяризации и практического освоения научных знаний [4].

Аграрная политика призвана обеспечить такое регулирование рынка труда в агропромышленном комплексе, при котором достигается сбалансированность спроса и предложения рабочей силы не только в количественном, но - что более значимо - в качественном измерении. Кадровая составляющая аграрной политики должна формироваться с учётом региональной специфики, поскольку субъекты Российской Федерации различаются по ряду ключевых параметров: качеству трудового потенциала, степени вовлечённости и эффективности использования природных ресурсов, ёмкости региональных рынков, научно-информационному обеспечению, развитости инфраструктурных объектов и социальной среды, а также уровню конкурентоспособности локальных рынков.

Можно выделить следующие принципы государственного регулирования сельского хозяйства:

- принцип стабилизации колебаний спроса и предложения на аграрном рынке;
- принцип научной обоснованности стратегии и тактики аграрных преобразований;
- принцип кадровой обеспеченности;
- принцип поддержания доходов производителей сельскохозяйственной продукции, а также равновесного соотношения цен на нее и другие виды продукции;
- принцип социальной справедливости;
- принцип учета региональных природно-климатических и политических условий развития сельского хозяйства;
- принцип учета особенностей функционирования сельского хозяйства.

Целесообразно к методам прямого и косвенного регулирования рынка добавить такие важные методы как:

- экономический, т.е. гибкое рыночное воздействие, связанное с использованием финансового, денежно-кредитного, ценового, налогового, экспортно-импортного, валютного регулирования;
- программно-индикативный, который обеспечивает сельхозтоваропроизводителям ориентиры, прогнозы для выработки стратегии и тактики предпринимательской деятельности, свободу и право выбора условий участия в целевых, продуктивных программах, в реализации индикативных планов.

Необходим поэтапный переход от сложившейся системы государственной поддержки АПК, ориентированной в основном на дотирование производства, компенсацию производственных затрат и централизованное кредитование, к системе, предусматривающей программно-целевую, избирательную поддержку доходов сельскохозяйственных товаропроизводителей, развитие рыночной инфраструктуры и рыночной информации, совершенствование системы кредитования, стимулирование спроса на сельскохозяйственную продукцию и продовольствие.

Лишь комплексное управленческое воздействие, охватывающее все звенья агропромышленного комплекса и нацеленное на поступательное развитие сельскохозяйственного производства, способно вывести данную системообразующую отрасль национального хозяйства из состояния затяжного структурного кризиса.

Научно обоснованная аграрная политика призвана обеспечивать многоплановое развитие отраслевых сегментов АПК, наращивание товарных объёмов продовольствия, а также повышение результативности инновационных и инвестиционных процессов.

Существенная дифференциация субъектов Российской Федерации по уровню социально-экономического развития и природно-ресурсному потенциалу обусловливает объективную необходимость углубления кооперационных и интеграционных связей. Данное обстоятельство, в свою очередь, предопределяет экономически обоснованный выбор приоритетных направлений инновационно-инвестиционной деятельности, технологической модернизации, а также развитие интеграционных процессов в сферах производства, переработки и сбыта промышленной и сельскохозяйственной продукции.

Совершенствование организационно-экономического механизма хозяйствования задаёт параметры необходимых объёмов и форм государственной поддержки аграрных товаропроизводителей. Формирование эффективного механизма хозяйствования на уровне отдельных организаций выступает важнейшим условием устойчивого развития ключевого звена АПК - непосредственно сельскохозяйственного производства, а следовательно, служит практическим инструментом реализации системных преобразований во всей аграрной сфере, обеспечивая её успешное функционирование на современном этапе.

Приоритетным вектором государственной политики в аграрной сфере следует признать структурную перестройку отрасли и ее технологическую модернизацию. Практика свидетельствует, что реализация данного направления позволяет добиться снижения себестоимости продукции в 1,5–2 раза при одновременном наращивании объемов производства.

Для активизации имеющихся резервов необходима системная переориентация механизмов государственной поддержки в сторону создания условий для оптимального долгосрочного кредитования сельскохозяйственных товаропроизводителей. Модернизация действующих производственных мощностей и освоение новых технологий обеспечивают многократное сокращение удельных затрат, что, в свою очередь, снижает зависимость отрасли от дотационных и компенсационных форм поддержки затратного производства [7].

Указанный подход нашел практическое воплощение в приоритетном национальном проекте «Развитие АПК», в рамках которого было предусмотрено бюджетное субсидирование процентных ставок по инвестиционным кредитам, а также по кредитным ресурсам, привлекаемым крестьянскими (фермерскими) хозяйствами, личными подсобными хозяйствами и сельскохозяйственными потребительскими кооперативами. Реализация данной меры позволила привлечь десятки миллиардов рублей исключительно на цели технико-технологического переоснащения животноводческой отрасли.

В таблице 1 систематизированы методы и инструменты аграрной политики. В дополнение к методам прямого и косвенного рыночного регулирования представляется обоснованным выделение следующих инструментальных групп:

- экономический метод, предполагающий гибкое воздействие на рыночную конъюнктуру посредством применения комплекса регуляторов финансового, денежно-кредитного, ценового, налогового, внешнеторгового и валютного характера;
- программно-индикативный метод, ориентированный на предоставление сельскохозяйственным товаропроизводителям стратегических ориентиров и прогнозных параметров, необходимых для выработки предпринимательской стратегии и тактики, при сохранении за хозяйствующими субъектами свободы выбора условий участия в целевых и продуктовых программах, а также в реализации индикативных планов.

В таблице впервые осуществлена систематизация и двухкритериальная классификация инструментов аграрной политики: по характеру воздействия (прямые / косвенные) и по объекту регулирования (рынок ресурсов, рынок продукции, административные и компенсационные

меры). Выделение компенсационного блока как самостоятельной категории позволяет учитывать риски и специфику сельхозпроизводства. Разработанная структура устраняет фрагментарность ведомственных перечней, создаёт методологическую основу для анализа эффективности господдержки и адаптации инструментария к современным вызовам.

Таблица 1

Инструменты аграрной политики (составлено автором по материалам исследования)

Меры прямого государственного регулирования	Меры косвенного государственного регулирования
Рынок ресурсов	
Выделяют следующие группы мер: льготное кредитование ресурсного обеспечения и компенсация удорожания энергоносителей, ГСМ, удобрений, средств защиты растений и транспортных услуг; субсидирование процентных ставок по инвестиционным кредитам из бюджетов различных уровней; реструктуризация и погашение задолженности сельхозтоваропроизводителей перед бюджетной системой и внебюджетными фондами; предоставление государственных гарантий кредитным организациям; развитие регионального и федерального лизинга сельхозтехники; бюджетное инвестирование социальной, инженерной и природоохранной инфраструктуры села; а также налоговое стимулирование природоохранной деятельности в агропроизводстве.	Диверсификация инвестиционных кредитных продуктов и расширение объемов такого кредитования; ипотечное кредитование товаропроизводителей под залог земельных участков; тарифно-таможенное регулирование, обеспечивающее доступ на внутренний рынок техники и оборудования, не производимых в достаточном объеме отечественной промышленностью; налоговая политика, обеспечивающая мобилизацию ресурсов в аграрный сектор; рынок прав на использование минеральных удобрений, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.
Рынок продукции	
Государственное регулирование аграрного рынка включает инструменты ценового воздействия (фиксированные закупочные цены, интервенционные и залоговые цены), механизмы прямой поддержки (дотации, компенсации, субсидирование отдельных продуктов), а также меры организационно-рыночного характера (монополия закупок, госзакупки, формирование продовольственных фондов, товарные интервенции).	Налоговая политика, ориентированная на стимулирование производства и потребительского спроса в АПК, предполагает дифференциацию налогообложения торговых организаций в зависимости от уровня торговых надбавок, применение целевых цен, корректировку импортных тарифов с учётом обязательств перед ВТО, использование экспортных субсидий для выхода отечественной продукции на внешние рынки, а также поддержку производства и продвижения экологически чистой продукции, в том числе за рубежом.
Административное регулирование рынка ресурсов	
Охватывает мониторинг оборота земель сельскохозяйственного назначения и земельных долей, установление предельных размеров земельных участков для физических и юридических лиц в различных формах владения, а также контроль за финансовым оздоровлением и процедурами банкротства предприятий АПК. Государство участвует в капитале частных агропредприятий через приобретение акций и создание смешанных компаний, регулирует тарифы на продукцию естественных монополий и транспортные услуги, а также проводит унификацию российских санитарных и фитосанитарных норм с учётом стандартов ВТО. В рамках совершенствования системы стандартизации формируется единая система контроля качества сельскохозяйственной продукции и продовольствия. В целях производства экологически чистой продукции и снижения экологического ущерба вводятся ограничения на использование минеральных удобрений, а также осуществляется контроль над технологиями в сельскохозяйственном производстве для снижения техногенной нагрузки путём установления соответствующих предельных и текущих нормативов.	Спектр мер включает содействие эффективному перераспределению земельных ресурсов и снижению трансакционных издержек при земельных сделках, стимулирование создания новых организационно-правовых форм крупных агропредприятий под жёстким контролем государства за соблюдением антимонопольного законодательства и цивилизованным решением вопросов прав собственности на землю и распределения доходов, а также создание условий для объединения производителей в более крупные организационные единицы, в том числе развитие кооперативных форм взаимодействия в технологической цепочке. Дополнительно предусматриваются мониторинг организации и функционирования сети оптовых товарных бирж и продовольственных рынков, разработка необходимых нормативных актов и государственный контроль за их исполнением, а также проведение земельного мониторинга и почвенных обследований.
Административное регулирование рынка продукции	
Институционализированные механизмы государственного регулирования аграрного рынка включают монополизацию оптовых поставок стратегической продукции, установление нормативных соотношений между стоимостью сырья и готовой продукции, поставляемой для государственных нужд, применение нетарифных инструментов внешнеторговой политики (квотирование, административные ограничения), дифференциацию подходов к защите уязвимых сегментов рынка, ценовое регулирование на социально значимые продукты, а также контроль за оборотом генетически модифицированной продукции и экологическую сертификацию импорта.	К числу инструментов регулирования аграрного сектора относятся: установление норм обязательных резервов и квот на продукцию с механизмом залоговых цен; регламентация соотношения стоимости сырья и готовой продукции; лицензирование оптовой торговли продовольствием; стимулирование ценовых соглашений между производителями и переработчиками; устранение межрегиональных торговых барьеров; диверсификация сельской занятости для снижения скрытой безработицы; а также развитие системы страхования урожая с нормативно-правовым обеспечением субсидирования.
Меры компенсационного характера	
Компенсационные трансферты аграрным товаропроизводителям	Регулирование внутренних цен на продукцию сельского хозяйства посредством применения тарифных и нетарифных инструментов во внешней торговле продовольствием
Бюджетные компенсации ущерба от неблагоприятных природных явлений	Субсидирование приобретения материально-технических ресурсов (кормов, удобрений, средств защиты растений), компенсация процентных расходов по кредитным договорам и возмещение затрат на страхование имущества.
Компенсационные выплаты, связанные с перестройкой производства (включая вынужденный убой скота)	Субсидирование в рамках аграрной политики охватывает как меры по развитию рыночной инфраструктуры (включая складское хозяйство, транспортное обеспечение и иные направления), так и поддержку формирования производственной и социальной инфраструктуры сельских территорий.

Литература

1. Жихарев, К. Л. Аграрная политика: сущность, цели и принципы формирования [Электронный ресурс] / К. Л. Жихарев // Российский экономический интернет-журнал. – 2008. – № 4. – С. 1–6. –Режим до-ступа: http://www.e–rej.ru/Articles/2008/Zhiharev65.pdf.
2. Жоголева, Е.Е. Методология разработки приоритетов аграрной политики России / Е.Е. Жоголева. - М.: Информатик, 1996. - 228 с.
3. Наухацкий, В. В. Модернизация сельского хозяйства и российская дерев-ня, 1965–2000 гг. Ростов-на-Дону, 2003.
4. Новоселова С. А. Эффективность использования средств государственной поддержки в сельскохозяйственных организациях / С. А. Новоселова, Р. А. Ефремов // Концепт : научно-методический электронный журнал. - 2015. - № S5. - С. 41-45.
5. Халяпин, А. А. Аграрная политика РФ и Краснодарского края / А. А. Ха-ляпин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанско-го государственного аграрного университета. – 2011. – № 71. – С. 274-296. – EDN OIGYHP.
6. Халяпин, А. А. Совершенствование государственной поддержки АПК Краснодарского края / А. А. Халяпин // Труды Кубанского государственно-го аграрного университета. – 2009. – № 16. – С. 62-67. – EDN KGXLKJ.
7. Халяпин, А. А. Анализ международного опыта государственного регу-лирования АПК / А. А. Халяпин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 716-731. – EDN OOSCLF.
8. https://23.rosstat.gov.ru/ - Управление Федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея.

Institutional architecture of implementing an adaptive agricultural policy system in the conditions of technological transformation and geo-political instability

Khalyapin A.A.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article examines the effectiveness of state support for the agro-industrial complex and the formation of an adaptive system of agricultural policy in the context of technological transformation and geopolitical instability. By comparing Russian and foreign experience (Germany, the United States, and France), the article identifies the following problems: degradation of scientific potential, high depreciation of assets, low innovation activity, and an unfavorable investment climate. The article uses systemic, analytical, and logical methods. The system method allowed us to develop a structural and functional model of the institutional architecture consisting of four blocks (institutional conditions, management entities, market factors, and tools). The analytical method enabled us to systematize direct and indirect regulation measures by highlighting the compensation block. The logical method provided a two-criteria classification of agricultural policy instruments. The author concludes that it is necessary to switch from subsidizing production to providing targeted support for the income of agricultural producers, developing market infrastructure and long-term lending, and strengthening the role of the state as an institutional guarantor. The results of the study can serve as a methodological basis for improving the efficiency of budget funds in the agricultural sector.

Keywords: agro-industrial complex, state support, institutional architecture, adaptive system, agricultural policy, technological transformation, geopolitical instability, efficiency, regulatory tools.

References

1. Zhikharev, K. L. Agrarian Policy: Essence, Goals, and Principles of Formation [Electronic resource] / K. L. Zhikharev // Russian Economic Internet Journal. – 2008. – No. 4. – Pp. 1–6. – Access mode: http://www.e–rej.ru/Articles/2008/Zhiharev65.pdf.
2. Zhogoleva, E.E. Methodology for Developing Priorities for Russia's Agrarian Policy / E.E. Zhogoleva. - Moscow: Informatik, 1996. - 228 p.
3. Naukhatsky, V. V. Modernization of Agriculture and the Russian Village, 1965-2000. Rostov-on-Don, 2003.

Подходы к реализации инновационных процессов в инженерных системах

Черневов Виктор Андреевич
STEM-инженер, blond055@yandex.ru

В статье рассмотрены актуальность исследования инновационных процессов в инженерных системах, значение темы для менеджмента инженерной деятельности, теоретические основания понимания инновационного процесса и инженерной системы, научные представления и направления их изучения, систематизация научных подходов, виды инноваций и их различия, состав инновационного процесса, факторы распространения инноваций, управленческие основания их реализации, этапы внедрения, последовательность управленческих действий, влияние инновационных процессов на развитие региональной экономики, а также использование цифровых решений в инженерной практике. Результат: разработаны авторские модели состава инновационного процесса и последовательности внедрения инноваций в инженерной системе. Выводы: а) реализация инновационных процессов определяется согласованием технических, организационных и экономических параметров функционирования инженерной системы; б) внедрение инноваций связано с последовательностью управленческих действий, охватывающих диагностику, выбор решения, организацию работ и оценку эффекта; в) использование цифровых решений усиливает результативность инновационного обновления инженерных систем и влияет на развитие инженерной деятельности.
Ключевые слова: инновационные процессы, инженерные системы, инновационное обновление, внедрение инноваций, менеджмент, цифровые решения, региональная экономика.

Введение

Интеграция цифровых инструментов, включая методы анализа данных и интеллектуальные алгоритмы, меняет характер работы инженерных систем, смещая его в сторону прогнозирования состояний и предотвращения отказов [1]. При этом использование цифровых двойников усиливает возможность сопоставления реальных и расчетных характеристик объектов, что расширяет представление о поведении систем в длительной перспективе [2].

Интеграция инженерных решений в производственную и организационную практику связана с изменением бизнес-процессов и требует согласования технологических и экономических параметров деятельности [3]. При этом цифровизация инженерных систем сопровождается переходом к более сложным формам планирования технического обслуживания и ремонта, что отражает необходимость учета пространственных, временных и ресурсных ограничений [4]. Однако управленческая составляющая инновационных процессов включает в себя формирование условий для преобразования результатов исследований в практические решения, что проявляется в процессах изобретений и внедрения разработок в реальное производство [5]. В связи с этим значение темы исследования определяется как техническим содержанием инноваций, так и их ролью в системе управления инженерной деятельностью.

Распространение технологий машинного обучения и цифровых двойников формирует условия для создания более гибких и адаптируемых инженерных решений, что отражается на характере производственной и инфраструктурной деятельности [6]. При этом изменение требований к инженерной деятельности затрагивает и подготовку кадров, в рамках которой возрастает значение интеграции инженерного и математического знания, а также развитие инженерного мышления в условиях технологической трансформации [7]. В то же время важна связь со STEM, проявляющаяся как контекст, отражающий необходимость соответствия образовательных и профессиональных практик текущему уровню технологического развития, и закрепляет актуальность исследования инновационных процессов в инженерных системах как части более широкой трансформации экономики и инженерной деятельности.

Результаты и обсуждение

Усложнение инженерной деятельности связано с изменением содержания инженерного мышления, которое охватывает как технологический уровень, так и регулятивно-целевые и ценностно-смысловые основания профессиональной деятельности [8]. В этих условиях инженерная система рассматривается как совокупность взаимосвязанных технических элементов и процессов их функционирования, объединённых задачей обеспечения заданных параметров работы. Инновационный процесс в инженерных системах можно понимать как содержание последовательного преобразования технических решений и методов эксплуатации, направленного на повышение качества функционирования. Важно отметить, что развитие методов диагностики и анализа состояний систем в условиях изменяющихся параметров среды уточняет содержание инновационного процесса и смещает его к неопределённостям и динамике параметров [9]. В то же время в настоящее время актуальной является интеграция искусственного интеллекта в инженерные системы, которая усиливает значение адаптивных решений, что отражает современное понимание инновационного обновления как непрерывного процесса совершенствования технических и организационных решений [10].

Расширение состава инженерных систем и интеграция распределённых элементов приводит к усложнению процессов взаимодействия внутри системы. Управленческое воздействие в рамках инновационных процессов включает в себя согласование действий по разработке, внедрению и эксплуатации инженерных решений с учётом технических и экономических параметров. При этом использование распределённых инженерных решений отражает изменение структуры инженерных систем и форм их функционирования [11]. Инновационное обновление в этом контексте представляет собой последовательное изменение параметров системы, затрагивающее организацию работ, методы контроля и способы взаимодействия элементов. Развитие цифровых моделей инженерных объектов усиливает возможность сопоставления текущего состояния системы с расчётами [2].

Интеграция инженерных решений сопровождается изменением бизнес-процессов и влияет на показатели затрат, качества и скорости выпол-

нения операций [3]. Использование информационных систем планирования и контроля технического обслуживания уточняет содержание экономической целесообразности, так как позволяет учитывать ресурсные ограничения и структуру эксплуатационных расходов [4].

В научных представлениях об инновационных процессах в инженерных системах усиливается связь инженерии, цифровых технологий и анализа технических объектов в изменяющихся условиях эксплуатации [8]. Центральное место занимают соединение данных и моделей, диагностика состояний, интеллектуальные алгоритмы и распределённые инженерные решения. Основные направления их изучения обобщены в табл. 1.

Таблица 1
Систематизация научных подходов к исследованию инновационных процессов в инженерных системах

Подход	Основание	Фокус анализа
Практико-ориентированный	Инженерная деятельность	Инновации в профессиональной практике
Феноменологический	Инженерное мышление	Внутреннее содержание инновационных изменений
Концептуальный	Научная картина мира, парадигма	Общие основания инновационного обновления
Контекстный	Производственная и образовательная среда	Зависимость инновационных процессов от условий применения
Подход физического механизма объекта (mechanism-driven)	Физические механизмы объекта	Инновации в диагностике отказов
Подход, ориентированный на данные мониторинга (data-driven)	Сигналы мониторинга, данные	Инновации в цифровой диагностике и прогнозе
Подход жизненного цикла	Этапы создания и эксплуатации	Инновации по стадиям жизненного цикла
Системный	Бизнес-процессы и инженерные решения	Организационный и экономический эффект внедрения
Децентрализованный	Взаимодействие агентов	Инновации в распределённых инженерных системах

Источник: авторская разработка на основе [3], [6], [8-9], [11]

В инженерных системах продуктовые инновации связаны с обновлением состава технических средств, датчиков, контроллеров, исполнительных устройств и программно-аппаратных комплексов, используемых в эксплуатации объектов [10]. Процессные инновации затрагивают порядок диагностики, планирования обслуживания, обработки сигналов и принятия инженерных решений, что видно по решениям в области диагностики неисправностей и цифрового планирования технического обслуживания и ремонта (ТОиР) [9]. Содержательное различие между двумя видами проходит по объекту изменения, поскольку продуктовый блок относится к техническому оснащению инженерной системы, процессный блок — к порядку её функционирования [4].

Организационные инновации охватывают распределение функций между инженерными службами, формы координации работ, сопровождение изобретений и включение новых решений в хозяйственную деятельность предприятия [5]. Цифровые инновации относятся к использованию искусственного интеллекта, цифровых двойников, средств анализа данных и распределённых инженерных систем в задачах прогноза, мониторинга и интеллектуального управления [6]. Различие между ними проходит по содержанию обновления, поскольку организационный блок относится к управлению внедрением и эксплуатацией, цифровой блок — к информационной и вычислительной части инженерной системы [11].

Значение инноваций для эксплуатации инженерных объектов связано со снижением простоев, ростом точности диагностики, упорядочением обслуживания и сокращением эксплуатационных затрат [3]. Для развития инженерных объектов важны обновление жизненного цикла изделия, расширение сервисных возможностей и накопление данных о состоянии оборудования [2].

Экономический смысл разграничения видов инноваций состоит в возможности отдельной оценки их вклада в текущую эксплуатацию и в развитие инженерной системы на уровне предприятия и отрасли [6]. Указанные инновации обобщены в табл. 2.

Таблица 2
Виды инноваций в инженерных системах

Тип	Объект обновления	Содержание	Значение для эксплуатации	Значение для развития
Продуктовое	Оборудование, датчики, контроллеры, программно-аппаратные комплексы	Обновление технических средств инженерной системы	Рост надёжности, сокращение отказов, повышение точности работы	Модернизация инженерного объекта, расширение функциональных возможностей
Процессное	Диагностика, обслуживание, обработка данных, планирование работ	Обновление порядка инженерных операций и процедур эксплуатации	Сокращение простоев, упорядочение обслуживания, снижение затрат	Развитие методов эксплуатации и сопровождения объекта
Организационное	Распределение функций, координация служб, сопровождение внедрения	Обновление порядка взаимодействия участников инновационного процесса	Согласованность работ, сокращение потерь, повышение качества	Развитие практики управления инновационными процессами
Цифровое	Цифровой двойник, ИИ, аналитика данных, распределённые инженерные системы	Обновление информационно-вычислительной части инженерной системы	Рост точности диагностики, прогноза и мониторинга состояния	Накопление данных, развитие сервиса, продление жизненного цикла объекта

Источник: авторская разработка на основе [4-6], [10]

Систематизация управленческих оснований и этапов внедрения позволяет перейти к целостному представлению процесса инновационного обновления инженерной системы как непрерывного цикла, в котором источники изменений, процедуры оценки, подготовка внедрения, освоение решений и получаемый эффект рассматриваются во взаимосвязи с реальными условиями функционирования оборудования и организации управления. Наиболее подходящей формой для такого представления выступает визуальная модель (рис. 1).

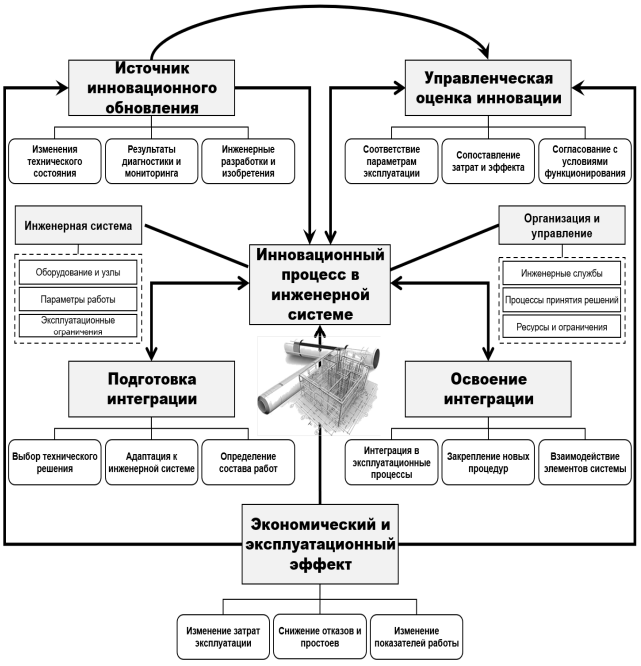


Рисунок 1 — Состав инновационного процесса в инженерной системе
Источник: авторская разработка

Представленная модель отражает замкнутый цикл обновления инженерной системы, в котором движение начинается от источников изменений, возникающих в ходе эксплуатации, диагностики и инженерных разработок, после чего каждое предложение проходит управленческую оценку по параметрам работы, затратам и условиям функционирования.

Далее формируется подготовка внедрения через выбор решения, его адаптацию к конкретной системе и определение состава работ, затем осуществляется освоение с включением решения в эксплуатационные процессы, закреплением процедур и выстраиванием взаимодействия элементов системы, а полученный экономический и эксплуатационный эффект выражается в изменении затрат, снижении отказов и изменении показателей работы и возвращается в систему как основание для новых обновлений. При этом весь процесс разворачивается в двух взаимосвязанных плоскостях — технического состояния инженерной системы и организационных решений управления, что обеспечивает согласованное развитие оборудования, процессов и принимаемых решений без разрыва между технической и управленческой частью.

Безусловно, на распространение инноваций в инженерных системах может влиять множество факторов. К основным из них можно отнести

технические, организационные, кадровые, экономические и информационные (табл. 3).

Управленческие основания реализации инновационных процессов в инженерных системах определяются длительным сроком эксплуатации оборудования, высокой ценой отказов и зависимостью хозяйственного эффекта от качества координации инженерных служб [4].

На уровне организации реализация нововведения связана с техническими решениями, составом работ и ожидаемыми экономическими показателями [3].

Таблица 3
Факторы распространения инноваций в инженерных системах

Группа	Содержание	Проявление в инженерных системах	Влияние на распространение инноваций
Технические	Совместимость оборудования, цифровая зрелость, качество диагностики, ремонт	Интеграция новых устройств и цифровых решений в текущие системы	Скорость освоения, масштаб внедрения
Организационные	Координация служб, распределение полномочий, порядок сопровождения интеграции	Согласованность работ по испытанию, вводу и сопровождению	Степень распространения в рамках объекта и организации
Кадровые	Квалификация персонала, инженерное мышление, готовность к новым решениям	Восприятие инноваций и качество их использования	Темп освоения, глубина интеграции в эксплуатацию
Экономические	Затраты внедрения, срок окупаемости, экономический эффект эксплуатации, инвестиционная обеспеченность	Соотнесение инновации с ресурсами организации и ожидаемым эффектом	Масштаб тиражирования инноваций, длительность распространения
Информационные	Данные мониторинга, цифровые модели, аналитика состояния, информационная связанность служб	Информационная поддержка диагностики, планирования и оценки результата	Обоснованность внедрения, снижение неопределённости

Источник: авторская разработка на основе [1], [3-6], [8]

Систематизация подходов к реализации инновационных процессов опирается на разграничение организационного, процессного, цифрового и экономического ракурсов анализа [8]. Для инженерных объектов значимы подход жизненного цикла, системный подход, децентрализованный подход и подход данных мониторинга, каждый из которых раскрывает собственную группу управленческих задач [11]. В хозяйственной практике предприятия выбор подхода зависит от состава объекта, формы обслуживания и характера нововведения [5]. Авторский взгляд на последовательность управленческих действий исходит из первичности оценки состояния инженерного объекта и хозяйственной целесообразности нововведения [2]. После начальной оценки управленческое решение смещается к выбору формы внедрения, распределению ответственности и согласованию работ между участниками инновационного обновления инженерных объектов [5]. Завершающий блок связан с проверкой эксплуатационного эффекта и с решением о дальнейшем распространении нововведения в пределах организации или отрасли [3].

Этап подготовки внедрения инноваций в инженерных и автоматизированных системах начинается с оценки состояния объекта и состава эксплуатационных ограничений [4]. В этот же блок входит сбор данных о работе оборудования и информационной среды, значимый для цифровой диагностики [9]. На стадии выбора закрепляется соотнесение технических параметров, стоимости работ и хозяйственного эффекта [3]. Стадия согласования охватывает распределение ответственности между инженерными службами, сроки работ и допустимый объём вмешательства в действующую систему [5]. Для автоматизированных систем значима также проверка совместимости программных и аппаратных компонентов, включая модули управления и каналы обмена данными [11]. Освоение нововведения относится уже к эксплуатационному этапу, когда персонал закрепляет новые операции и контрольные процедуры [4]. Стадия оценки эффекта завершает внедрение инноваций на уровне технического состояния, эксплуатационных затрат и качества обслуживания объекта [2]. Для управленческого решения в данном блоке значимы сопоставление исходных и новых показателей, срок окупаемости и изменение простоев [3]. Результаты оценки влияют на тиражирование нововведения в пределах организации и на его включение в последующие проекты [6]. Последовательность внедрения инноваций в инженерной системе представлена на рис. 2.

В основе схемы лежит представление о внедрении инновации в инженерной системе как о едином поле управления, в рамках которого на общий ход работы влияют две крупные группы условий — факторы распространения и управленческие основания внедрения. Интеграция рассматривается как работа с конкретным инженерным объектом. Подготовка внедрения включает оценку состояния объекта, выбор решения, его адаптацию к системе и определение состава работ. Согласование внедрения охватывает распределение ответственности, установление сроков, допустимый объём вмешательства и ресурсное обеспечение. Освоение интеграции вводит нововведение в эксплуатационные процессы и работу элементов системы. Завершающая оценка показывает изменение затрат, уровня отказов, показателей работы и дальнейшие возможности распространения.

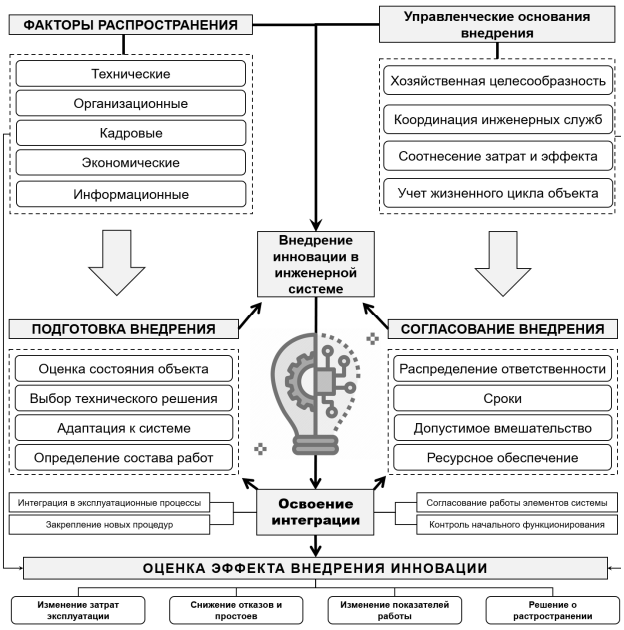


Рисунок 2 — Последовательность внедрения инноваций в инженерной системе
Источник: авторская разработка

Обе авторские схемы обусловливают общее понимание того, что инновационные процессы в инженерных системах имеют хозяйственное продолжение за рамками самого объекта эксплуатации. Так, замена оборудования, обновление технического обслуживания, включение цифровой диагностики, упорядочение согласования работ и оценка эффекта меняют структуру текущих затрат, частоту отказов, длительность простоев, состав инженерных услуг и сроки обновления основных фондов, что уже относится к экономике организации [3]. Дальнейшее распространение подобного рода решений влечёт за собой накопление изменений на уровне отрасли, поскольку одна и та же группа инженерных нововведений влияет на состояние производственной инфраструктуры, спрос на сервисные и проектные работы, объём вложений в модернизацию и качество эксплуатации технических объектов [4]. Существенную роль здесь играет цифровая составляющая, так как работа с данными, цифровыми моделями и средствами прогноза меняет не только инженерную практику, но и экономическую оценку состояния объекта, сроков обновления и полезного срока службы оборудования [1]. На территориальном уровне совокупность таких изменений отражается в производительности инфраструктуры, деловой активности организаций, занятости инженерного персонала и интенсивности технологического обновления, что подтверждает необходимость рассматривать инновационные процессы в инженерных системах в связке с региональной и отраслевой экономикой [6]. С учётом сказанного далее целесообразно обобщить основные направления указанного влияния (табл. 4).

Цифровые решения занимают всё более заметное место в инновационном обновлении инженерных систем, поскольку работа сложного объекта всё сильнее зависит от данных мониторинга, вычислительных моделей и программных средств анализа [1]. На инженерном объекте смещается сам характер обслуживания, когда ремонт по установленному графику уступает место оценке состояния оборудования по текущим данным и прогнозу вероятных отказов [10].

Большую роль в этом процессе также играет цифровой двойник, который связывает расчётную модель, эксплуатационную информацию и наблюдение за объектом в едином цифровом представлении [2].

В инженерной практике цифровизация заметна в сфере технического обслуживания и ремонта [4]. Информационная система планирования ТОиР меняет саму структуру инженерной работы, включая автоматическое формирование планов, построение маршрутов обслуживания и контроль выполненных операций [4]. Для организации такие ре-

шения означают оптимизацию бизнес-процессов, снижение непроизводительных затрат и более точное распределение ресурсов инженерных служб [3].

Таблица 4
Влияние реализации инновационных процессов в инженерных системах на развитие региональной экономики

Направление	Проявление в инженерных системах	Эффект для региональной экономики
Производительность инфраструктуры	Модернизация оборудования, цифровая диагностика, сокращение простоев	Рост выпуска товаров и услуг, повышение пропускной способности инфраструктуры
Издержки хозяйственной деятельности	Снижение затрат эксплуатации, снижение аварийности, сервис	Сокращение издержек организаций, высвобождение ресурсов для инвестиций
Инвестиционная активность	Обновление инженерных объектов, внедрение цифровых решений, продление жизненного цикла	Рост спроса на инвестиции в основные фонды, расширение базы технологического обновления
Рынок инженерных услуг	Развитие ТОиР, проектных работ, цифрового сопровождения, сервисного обслуживания	Расширение рынка инженерных услуг, рост занятости квалифицированного персонала
Технологическое развитие территории	Накопление данных, цифровые модели объектов, интеллектуальные методы управления	Рост технологического уровня регионального хозяйства, усиление инновационной активности
Качество производственной среды	Надежность инженерных объектов, предсказуемость работы, снижение сбоев	Повышение активности, улучшение работы предприятий

Источник: авторская разработка

Другая группа цифровых решений связана с машинным обучением, средствами прогноза и интеллектуальной обработкой сигналов, когда инженерная система рассматривается как объект постоянного наблюдения и вычислительного анализа [1].

В одном случае это выражается в предиктивном обслуживании и оценке энергопотребления, в другом — в диагностике неисправностей при изменяющихся параметрах среды и в работе распределённых инженерных систем [9]. Для инновационного обновления подобные решения важны тем, что инженерная практика начинает включать в себя более раннее выявление отклонений, более точную оценку состояния и более короткий цикл управленческого решения [11].

Цифровизация также влияет и на развитие инженерной деятельности в более широком смысле, поскольку возрастает роль моделирования, интерпретации данных и работы с программными ресурсами в составе повседневной профессиональной практики [7]. Для инженера возрастает значение математической подготовки, навыков анализа и умения соотносить расчётные представления с состоянием реального объекта [8]. В этом смысле можно проследить связь с STEM, которая проявляется в том, что инновационное обновление инженерных систем всё теснее связано с математическим аппаратом, программными средствами и инженерным анализом [7].

Научный вклад настоящего исследования связан с рассмотрением инновационных процессов в инженерных системах как единого хозяйственно-технического цикла, внутри которого эксплуатация объекта, организация работ и экономическая оценка образуют общий предмет анализа. Такое прочтение смещает фокус с отдельного инженерного решения на весь круг изменений, возникающих в деятельности организации, за счёт чего область развития инженерных систем определяется в поле региональной и отраслевой экономики. Большое значение имеет проведённое разграничение продуктовых, процессных, организационных и цифровых нововведений, которое показывает, что обновление инженерной системы связано с несколькими группами преобразований, имеющими разный хозяйственный смысл: в одном случае меняется состав оборудования, в другом — порядок эксплуатации, состав управления или цифровая часть инженерной системы. Также значение имеет раскрытие внутреннего строения инновационного процесса в инженерной системе. Источник обновления, оценка целесообразности, подготовка внедрения, освоение решения и хозяйственный эффект объединены в общую систему взаимосвязанных действий, за счёт чего инновационный процесс показан как часть обычной работы инженерного объекта и хозяйственной деятельности организации.

Для менеджмента инженерной деятельности наибольшую ценность имеет объединение технического содержания нововведения с затратами, сроками, распределением ответственности и результатами эксплуатации. В таком ракурсе инженерное решение рассматривается вместе с условиями его практического использования, и в поле управленческого анализа входят состояние объекта, состав работ, ресурсное обеспечение, качество обслуживания и хозяйственный эффект. В круг дальнейшей разработки также входят такие аспекты, как: цифровой двойник, машинное обучение, прогноз отказов, обработка сигналов и работа распределённых инженерных систем. На первый план здесь выходит вопрос о том, как меняются состав затрат, сроки освоения и хозяйственная отдача в рамках интеграции цифровых средств в инженерную практику. Ещё одно направление дальнейшего исследования связано с углублением отраслевого и регионального уровней анализа. Инновационное обновление инженерных систем затрагивает структуру издержек организаций, спрос на инженерные услуги, темпы обновления основных фондов и производительность инфраструктуры, в связи с чем тема инновационных процессов в инженерных системах сохраняет значение как для инженерной деятельности, так и для более широкого экономического анализа.

Заключение

Разграничение продуктовых, процессных, организационных и цифровых нововведений показало неоднородный характер обновления инженерных систем. Материальная часть объекта, порядок эксплуатации, организация инженерных работ и цифровые средства анализа образуют самостоятельные участки изменений и нуждаются в раздельной оценке. Наряду с этим раскрыт состав управленческих действий, охватывающий оценку целесообразности, подготовку внедрения, согласование работ, освоение решения и оценку эффекта.

Практический смысл исследования связан с объединением инженерного содержания нововведения, затрат, сроков, распределения ответственности и итогов эксплуатации в одном поле анализа. Для инженерных служб и руководителей объектов это важно потому, что оценка инноваций проводится вместе с условиями эксплуатации, составом работ и хозяйственными последствиями, и обновление инженерной системы в таком случае рассматривается как часть обычной деятельности организации.

Дальнейшая разработка темы связана с хозяйственной оценкой цифрового двойника, машинного обучения, прогностических моделей и распределённых инженерных систем. Научный интерес также сохраняет сопоставление затрат на цифровое обновление с изменением простоев, сроков обслуживания, состояния оборудования и качества инженерных услуг. Отраслевой и региональный уровень также сохраняет научную ценность, поскольку инновационные процессы в инженерных системах затрагивают рынок инженерных услуг, обновление основных фондов и производительность инфраструктуры.

Таким образом, рассмотренные подходы к реализации инновационных процессов в инженерных системах показывают, что обновление инженерного объекта связано с согласованием состояния оборудования, порядка эксплуатации, состава работ, цифровых средств и хозяйственной оценки внедрения. В центре внимания находится интеграция инноваций в повседневную деятельность организации, в составе которой меняются затраты, сроки обслуживания, качество инженерных работ и параметры функционирования объекта. Поэтому реализацию инновационных процессов в инженерных системах целесообразно рассматривать как часть менеджмента инженерной деятельности, охватывающую обновление оборудования, организацию работ и оценку экономического эффекта.

Литература

1. Prasad M. S. C. et al. Machine Learning-Integrated Sustainable Engineering and Energy Systems: Innovations at the Nexus // Harnessing High-Performance Computing and AI for Environmental Sustainability. — IGI Global Scientific Publishing, 2024. — P. 74-98.
2. Wagg D. J. et al. Digital twins: state-of-the-art and future directions for modeling and simulation in engineering dynamics applications // ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B: Mechanical Engineering. — 2020. — Vol. 6. — No. 3. — P. 1-17.
3. Попов А. А. Методы оптимизации бизнес-процессов через внедрение инженерных решений // Прикладные экономические исследования. — 2025. — № 2. — С. 27-39.
4. Кальметьев Э. И. и др. Информационная система планирования технического обслуживания и ремонта инженерных систем // Вестник УГАТУ. — 2025. — Т. 29. — № 4 (110). — С. 72-87.
5. Спасенников В. В. Опыт управления инновационной деятельностью в процессе создания и внедрения изобретений // Экономика науки. — 2023. — Т. 9. — № 2. — С. 47-59.
6. Lim K. Y. H., Zheng P., Chen C. H. A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives //Journal of intelligent manufacturing. — 2020. — Vol. 31. — No. 6. — P. 1313-1337.
7. Pepin B., Biehler R., Gueudet G. Mathematics in engineering education: A review of the recent literature with a view towards innovative

practices // International journal of research in undergraduate mathematics education. — 2021. — P. 1-26.

8. Андрюхина Л. М., Гузанов Б. Н., Анахов С. В. Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира // Образование и наука. — 2023. — Т. 25. — № 8. — С. 12-48.

9. Chen X. et al. Dual-modality interval process modelling for fault diagnosis in engineering systems with time-varying uncertainties // Applied Mathematical Modelling. — 2025. — P. 1-20.

10. Aceves-Fernández M. A. et al. Bridging Innovation and Application: Advancing Artificial Intelligence in Engineering Systems // Eng. — 2025. — Vol. 6. — No. 8. — P. 1-8.

11. Kazim R. M. et al. Design and Deployment of Swarm Engineering Systems: Insights, Challenges, and Innovations // IEEE Access. — 2025. — P. 1-32.

Approaches to the implementation of innovative processes in engineering systems

Chernevov V.A.

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article considers the relevance of the study of innovation processes in engineering systems, the importance of the topic for the management of engineering activities, the theoretical foundations of understanding the innovation process and engineering system, scientific ideas and directions of their study, the systematization of scientific approaches, types of innovations and their differences, the composition of the innovation process, the factors of innovation dissemination, the management foundations of their implementation, the stages of implementation, the sequence of management actions, the impact of innovation processes on the development of the regional economy, as well as the use of digital solutions in engineering practice. Result: author's models of the composition of the innovation process and the sequence of innovation implementation in the engineering system have been developed. Conclusions: a) the implementation of innovation processes is determined by the coordination of technical, organizational and economic parameters of the functioning of the engineering system; b) the introduction of innovations is associated with a sequence of managerial actions covering diagnosis, decision-making, organization of work and evaluation of the effect; c) the use of digital solutions enhances the effectiveness of innovative renewal of engineering systems and affects the development of engineering activities.

Keywords: innovation processes, engineering systems, innovative renewal, innovation implementation, management, digital solutions, regional economy.

References

1. Prasad M. S. C. et al. Machine Learning-Integrated Sustainable Engineering and Energy Systems: Innovations at the Nexus // Harnessing High-Performance Computing and AI for Environmental Sustainability. — IGI Global Scientific Publishing, 2024. — P. 74-98.
2. Wagg D. J. et al. Digital twins: state-of-the-art and future directions for modeling and simulation in engineering dynamics applications // ASCE-ASME Journal of Risk and Uncertainty in Engineering Systems, Part B: Mechanical Engineering. — 2020. — Vol. 6. — No. 3. — P. 1-17.
3. Popov A. A. Methods of optimizing business processes through the implementation of engineering solutions // Applied economic research. — 2025. — No. 2. — P. 27-39.
4. Kalmetyev E. I. et al. Information system for planning maintenance and repair of engineering systems // The messenger of UGATU. — 2025. — Т. 29. — № 4 (110). — P. 72-87.
5. Spasennikov V. V. Experience of innovation management in the process of creation and implementation of inventions // Economics of science. — 2023. — Vol. 9. — No. 2. — P. 47-59.
6. Lim K. Y. H., Zheng P., Chen C. H. A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives //Journal of intelligent manufacturing. — 2020. — Vol. 31. — No. 6. — P. 1313-1337.
7. Pepin B., Biehler R., Gueudet G. Mathematics in engineering education: A review of the recent literature with a view towards innovative practices // International journal of research in undergraduate mathematics education. — 2021. — P. 1-26.
8. Andriukhina L. M., Guzanov B. N., Anakhov S. V. Engineering thinking: development vectors in the context of the transformation of the scientific picture of the world // Education and Science. — 2023. — Vol. 25. — No. 8. — P. 12-48.
9. Chen X. et al. Dual-modality interval process modelling for fault diagnosis in engineering systems with time-varying uncertainties // Applied Mathematical Modelling. — 2025. — P. 1-20.
10. Aceves-Fernández M. A. et al. Bridging Innovation and Application: Advancing Artificial Intelligence in Engineering Systems // Eng. — 2025. — Vol. 6. — No. 8. — P. 1-8.
11. Kazim R. M. et al. Design and Deployment of Swarm Engineering Systems: Insights, Challenges, and Innovations // IEEE Access. — 2025. — P. 1-32.

Творческие индустрии как условие повышения конкурентоспособности малых городов: инициативные практики в Свердловской области (на примере г. Алапаевск)

Шанин Александр Александрович
аспирант, Уральский государственный экономический университет, ofarhetdin@mail.ru

Творческие индустрии встроены в современные социальные практики, оказывая влияние на важнейшие показатели регионального развития такие как: формирование ценностей и смыслов, разработка и адаптация моделей потребительского поведения, формирование локальной и национальной идентичностей.

Выявление и формирование уникальных смыслов и ценностей регионов способствует экономическим изменениям. В развитии творческих (креативных) индустрий большая роль принадлежит молодежи. Есть совокупность факторов, которые как привлекают молодежь, так и препятствуют участию в изменениях, заинтересованности в формировании облика малых городов.

В статье проанализированы состоявшиеся региональные практики творческих инициатив Свердловской области, а также обозначены причины угасания интереса со стороны молодежи при наличии хорошего потенциала для реализации.

Важным показателем, указывающим на возможность понимания причин и степени результативности инициатив в регионах, стало выявление и описание пессимистических настроений молодежи, которые часто рассматриваются в контекстах исключительно компенсаторных подходов. В заключении статьи делается вывод о том, что требуется практическое внимание со стороны муниципалитета и участие местных сообществ при решении проблемы взаимосвязи локального пессимизма, анализа мотивации молодежи и роли молодежных инициатив на территориях малых городов с культурным наследием и тем, как эта динамика организована и поддерживается местными властями.

Ключевые слова: творческие (креативные) индустрии, региональная экономика, развитие малых городов, инициатива молодежи.

Идея социологов-урбанистов, о том, что город воплощает в себе одну из «…наиболее успешных попыток человека переделать по своему желанию мир, в котором он живет» [Park, 1967], может быть результативной в том случае, если люди и сообщество принимают ее во всем практическом многообразии. При этом, исследовательский вопрос о том, какой город необходим людям, нельзя отделить от ряда сопутствующих вопросов о том, какие социальные связи важны для людей в нем проживающих, какие отношения закладываются в основу понимания природы и географии, какой образ жизни ведут люди в той местности, которая создается их усилиями.

Представления о современных городах, технологиях и культурных ценностях в них получивших и обнаруживающих воплощение, обусловлены типом отношений людей, населяющих эти территории. В этом смысле проблема отношения «столицы и провинции» наиболее ярко позволяет увидеть реальные типы взаимосвязей людей между собой, степень их заинтересованности друг в друге и обусловленность отношений видом и характером транслируемой в пространстве деятельности.

Термин «креативные (творческие) индустрии» получил свое развитие в 1990-х гг. на фоне экономических и социальных преобразований, которые ярко проявились в новых типах взаимосвязей в обществе и в культуре. Больше всего эти изменения сказались на обликах городов, особенно малых, расположенных вблизи больших мегаполисов. Контраст экономического благосостояния центра и периферии, показательный с точки зрения его вариативности, наиболее интересно проанализирован в исследованиях урбанистов. Ведь, изучение проблем антропологии городов (с учетом того, люди каких профессий и как коммуницируют в этой местности) и археологии периферии способствовало новому видению роли экономических показателей для территориального развития. [Харви, 2019]

По этой причине, популярное сегодня выявление роли исторического значения территории для ее экономического развития стало одним из направлений стратегического управления репутацией местности, комплексного формирования уникального и привлекательного города.

Однако, для современной России сложилась особая ситуация: сформировалась традиция применения и интерпретации понятия «творческие индустрии», на основе которой синонимичные термины такие как «экономика знания», «креативная экономика» внесли свой вклад в понимание видов деятельности, изначально имеющих иные не институциональные формы. В этом отношении творческие индустрии сегодня оказывают значительное влияние на развитие всей экономики страны. В своем приоритетном значении этот фактор, определяет уровень жизни в регионе.

Принятый в августе 2024 г. Федеральный закон о «Развитии креативных (творческих) индустрий в Российской Федерации» определил значения ряда понятий, которые ранее применялись для именования разнообразного спектра явлений, а именно: креативная (творческая деятельность), креативный продукт, креативный кластер, субъект креативной индустрии. Важным следствием стало то, что люди, которые реализуют свои способности в этой области (субъекты креативных индустрий), получили возможность рассчитывать на меры государственной (региональной) поддержки, а сама креативная (творческая) индустрия стала рассматриваться как экономическая деятельность.

Несмотря на это, на сегодняшний день система федеральных и региональных мер поддержки креативных индустрий складывается различно. В эту систему входят такие составляющие как: нормативно-правовое регулирование, закрепление базы для развития креативных индустрий, комплекс институциональных мер (создание отраслевых программ поддержки, фондов, образовательных площадок, центров разработок). Системообразующими элементами креативной экономики являются креативные кластеры, благодаря которым возможна институционализация креативных инициатив. [Атлас… 2023, с. 14]

На сегодняшний день развитие креативного сектора в России перешло из стадии локальных инициатив в ранг системной государственной политики. Согласно данным Регионального стандарта развития креативных индустрий Агентства стратегических инициатив (АСИ), региональные меры поддержки должны быть спроектированы с учетом особенностей предпринимательской деятельности в сфере креативных индустрий.

В России поставлена цель - увеличить долю креативных индустрий в ВВП с 4.1% в 2024 году до 6% к 2030 году.

При всей положительной динамике состояния креативных индустрий в современной России есть ряд вопросов, требующих внимания. Наряду с классическими проблемами малых городов, к числу которых относятся: отток населения (особенно молодежи), сокращение экономической базы, устаревшая инфраструктура, появились новые. В этих новых проблемах велика роль эмоционального отношения и восприятия территорий малых городов жителями этих городов. Так, одна из тенденций последнего десятилетия связана с возрастающим ощущением бесперспективности, отсутствием не только возможностей для самореализации, но и угасанием интереса к таковым настроениям.

Именно репутационный капитал современного города, особенно малого способен как снизить уровень неопределённости и риска для внешних заинтересованных сторон, так и повысить его. Для инвестора город с чёткой идентичностью, позитивным имиджем и понятной стратегией развития становится более предсказуемым и, следовательно, привлекательным объектом для вложений. Это уменьшает затраты, связанные с поиском информации и принятием решений.

Созданный и поддерживаемый бренд города, ассоциирующийся с высоким качеством жизни, развитой креативной средой, культурными и карьерными возможностями, способен уменьшить отток молодёжи и привлечь специалистов извне. Ярким примером реализации такого подхода, может быть Владивосток, позиционирующий себя как «молодёжная столица» Дальнего Востока, успешно удерживающий молодых специалистов, предлагая им насыщенную событиями среду. [Самойленко, 2024]

Работа с молодежью в этом контексте является одной из показательных для понимания эффективности созданных условий и реализованных обстоятельств развития регионов. Рассмотрим виды деятельности, в которых задействована молодежь, сгруппировав их в несколько взаимосвязанных направлений, которые сегодня получают не только внимание со стороны молодого поколения, но поддержку и развитие со стороны муниципалитета.

Во-первых, преобразование заброшенных промышленных зон в креативные кластеры. При условии организованной доступности к объектам, сформированной инфраструктуры, формируется облик деятельности, меняющей отношение к территории и ее восприятие в глазах жителей и местных сообществ.

Во-вторых, разработка новых образовательных программ, которые направлены на совместное участие бизнеса и территории, бизнес-образования для креативных предпринимателей. Например, проводятся региональные интенсивы (фонд «Золотое сечение» в Свердловской области), главной идейной основой которых является представление о качествах и особенностях лидерства. Лидерство в творческих профессиях на сегодняшний день рассматривается как один из приоритетов развития регионов, а образовательные программы рассматриваются как стратегический ресурс создания компетенций для творческих индустрий.

В-третьих, проведение международных и региональных фестивалей (например, Международный фестиваль креативных индустрий на Среднем Урале) выполняющих роль организации активного внимания со стороны инвесторов, экспертов, местных сообществ, привлекающие инвестиции, а также давая молодежи возможность публичной презентации своих проектов.

В-четвертых, состоявшиеся и планируемые проекты, нацеленные на формирование локальной идентичности, учитывающей исторический контекст, культурную ценность и социальное принятие. Создание нового образа города на основе уважения к прошлому становится частью регионального наследия и политики регионов.

Воплощение обозначенных видов деятельности происходит в масштабных проектах больших мегаполисов. Но, необходимо различать примеры масштабных проектов крупных городов и то, каким образом контексты этих проектов адаптируются в городах малых и в регионах, в целом. Следует обозначить несколько приоритетов в отношении адаптации и создания, действительно уникального контекста территории, усилиями жителей, что позволяет показать роли и влияние местного сообщества.

За последние пять лет на Урале появилось ряд примеров преобразования заброшенных промышленных зон в креативные кластеры. Эти проекты стали центрами развития местных сообществ, привлечения инвестиций и создания новых рабочих мест. [Рассолова, Галкин, 2023]

Одна из показательных локаций — это кластер «На заводе» (Сысерть), расположен на территории железоделательного завода Турчaниновых-Соломирских, который работал с конца XVIII века. Начало преобразования началось в 2018 году усилиями местных энтузиастов. Сначала один из корпусов восстановили под сезонную арт-резиденцию. В 2020 году прошёл первый фестиваль «Лето на заводе», который привлёк около 50 тысяч посетителей.

К 2023 году кластер полноценно открылся с коворкингом, музеем и фудкортом, работая сезонно с мая по сентябрь. В 2023 году в рамках проекта «Антихрупкость» в бывших заводских мастерских прошла лаборатория, где 70 художников, керамистов и дизайнеров создали более 250 концептов фарфоровых изделий, часть из которых запустили в серийное производство.

На примере показанных реализованных проектов можно сделать вывод. Влияние на развитие города, его инфраструктуру и создание позитивного имиджа для людей в нем проживающих, может иметь экономическую составляющую, в связи с ростом числа предприятий малого бизнеса, коллаборацией задействованных участников на разных уровнях участия. Только в этом случае молодёжь начнет связывать своё будущее с городом.

Создание пространств для восстановления и/или развития производств можно рассматривать как направление деятельности, определяющее уникальный облик места. К числу таких относятся форматы арт-резиденций, а сам факт создания этих пространств позволяет привлекать молодежь с различным опытом и способностями.

Один из примеров арт-резиденции стал г. Черноисточинск, располагающийся на территории бывшего железоделательного завода Демидовых, основанного в 1726 году. В советское время здесь работала трикотажная фабрика, которая обанкротилась в 1990-е годы. Кластер открылся в марте 2020 года. Среди первых резидентов оказались керамическая мастерская, музей наличников, мыловарня. Позже к ним присоединились пряничная мастерская, декораторы, которые оформляют фотозоны и делают декор для свадеб и юбилеев.

В целом, малые города часто становятся площадками для творческих проектов благодаря нескольким факторам: во-первых, делается акцент на историческом контексте. Наследие малых городов, сохранивших промышленные здания, которые можно адаптировать под креативные пространства и производство инноваций, местная администрация может рассматривать как градообразующую модель поведения экономического субъекта (региона, малого города). Во-вторых, преобразование заброшенных промышленных территорий, рассматривается как реализация умонастроения жителей города и потребности в развитии, однако этот фактор предполагает значительное внимание к вопросам экологии, безопасности и рационального использования ресурсов региональных значений. Преобразование промзон помогает оживить экономику, создать рабочие места и привлечь туристов. [Макевнин, 2024; Визгалов, 2011]

Креативные кластеры позволяют малым городам сформировать уникальную культурную идентичность, опираясь на историческое наследие. Создание локальной идентичности выявляет возможности территорий, определяет облик и создает дополнительные ресурсные центры для самостоятельного развития малых городов. Возрождение исторического наследия способствует формированию уникальной и неповторимой идентичности городов, объединяя местных жителей и привлекая внешних участников, туристов, путешественников. Именно в таком формате объединяются коллективная и индивидуальная идентичности. [Евтисфеев, 2017]

Особенность регионального контекста деятельности состоит в том, что в нем проявляются развитие и поддержка творческих инициатив. В Свердловской области эта работа включает несколько уровней. Во-первых, формирование документов стратегического планирования развития креативных индустрий в регионе; во-вторых, реновация и адаптация объектов промышленного наследия под нужды креативного бизнеса и сообществ; в-третьих, внедрение программ бизнес-образования для предпринимателей и новых образовательных стандартов в вузах; проведение событий, объединяющих профессиональное сообщество, власть, бизнес и молодежь.

Ярким примером такого комплексного подхода стал Международный фестиваль креативных индустрий, прошедший в августе 2025 года. Он охватил не только Екатеринбург, но и восемь городов области, включая малые такие как Нижний Тагил, Сысерть, Краснотурьинск и другие. Программа фестиваля включала дискуссии, лекции от ведущих экспертов (от моды и кино до искусственного интеллекта и архитектуры), мастер-классы и выставки, создавая уникальную среду для профессионального нетворкинга и обучения молодежи. [В Екатеринбурге на Международном фестивале…, 2025]

Отдельного внимания заслуживает кейс города Алапаевска, представленный в рамках фестиваля. Это наглядная иллюстрация того, как работа с молодежью в креативной сфере может быть вписана в конкретный исторический и территориальный контекст. Суть проекта: в рамках образовательного интенсива фонда «Золотое сечение» школьники разработали и создали арт-объект для исторической локации Алапаевска, понимаемого как территория старинного железоделательного завода.

В практическом вовлечении молодежи достигается эффект того, что участники проекта переходят из пассивной позиции наблюдателей в активную роль соавторов, творящих пространства своего города. Значимым является то, что наследие, исторический промышленный объект, являющийся частью идентичности Алапаевска, получил новое прочтение и современное функциональное наполнение через искусство, которое в своих способах интерпретации предложила молодежь.

В результате заявленный проект стал центром общественного интереса к потенциалу креативных практик в малом городе, показав путь развития, альтернативный традиционным отраслям. По своей нацеленности проект напрямую соотносится с общерегиональной стратегией использования промышленного наследия Среднего Урала как фундамента для уникальности местных креативных индустрий.

Сделаем ряд предварительных выводов о специфике и эффективности работы с молодежью именно через развитие креативных индустрий в российских регионах. В нашем случае, в Свердловской области, опыт которой показателен в нескольких отношениях.

Итак, креативные индустрии представляют собой эффективный инструмент удержания молодежи. Они создают в регионах качественно новую среду, предлагающую возможности для профессиональной самореализации, сопоставимые с крупными метрополиями. Вопрос только в том, что существует масса проблем требующих решений, как творческих, так инициативных.

Например, молодежь воспринимается как среда, в которой множество идей, эмоций, настроений. Любые попытки ограничить молодых людей эмоционально, шаблонными решениями, даже, если они направлены на практическое управление этими настроениями и состояниями, воспринимаются как ограничения. Такое отношение к инициативам сказывается на интересе талантов, не давая им развиваться.

Изменяя отношение к инициативе, применяя это как подход, появляется возможность превратить «утечку мозгов» в «циркуляцию талантов». Изолированные инициативы имеют ограниченный эффект. Максимальный результат достигается при сочетании инфраструктурных, образовательных, событийных и нормативно-правовых мер поддержки, что демонстрирует практика Свердловской области. Наиболее устойчивые проекты, как в Алапаевске, глубоко укоренены в местном культурном архетипе и истории, что обеспечивает их уникальность и общественную значимость. Молодежь, в этом смысле это не объект, а субъект преобразований. Наиболее перспективные модели предполагают не просто создание условий для молодежи, но активное вовлечение молодых людей в соавторство и со управление креативными пространствами и проектами.

В Алапаевском районе исторически существует большое количество предприятий. Зададимся исследовательскими вопросами о том: как история предприятия влияет на его дальнейшую работу? Какие существуют возможности для того, чтобы показать молодежи, что работать там, где родился не является отрицательным показателем? Как выйти за пределы стереотипа о том, что надо куда-то уехать, чтобы быть успешным?

Оценивая производство Алапаевского района, в целом, следует отметить два момента: с одной стороны, это впечатление «угасания» производственных мощностей и во многом «упадок» ресурсного потенциала. Вопреки существующим стереотипам на первое место может быть поставлено именно лесное хозяйство и все что связано с лесом, организованность и формы существования которого на сегодня испытывают ряд организационных, и что важно, репутационных проблем. Это и малые производства (частные) и большие организационные формы, такие как известный фанерный комбинат.

Ландшафт предприятий различных форм собственности, включая арендаторов лесных участков, представляет интерес для анализа степени осмысленности территориального потенциала как пространства деятельности. Ведь показатель по производству пиломатериалов и технологической щепы, а в последние годы намечается тенденция к развитию глубокой переработки древесины, включая выпуск клееного бруса, пеллет (топливных гранул) и другой продукции с высокой, добавленной стоимостью, это, в том числе показатель «истощения» значений и смыслов производства. Для людей важна не только перспектива окупаемости, но и осознание роста и улучшения качества жизни. Например, фанерное производство компании «Свеза» в поселке Верхняя Синячиха (Восточный кластер) является одной из главных мультиформатных площадок.

Завод «Нейвосталь» - новый завод, новое направление в развитии металлургии города. На нем планируется производство «шаров» для мельниц, которые будут включены в производственный цикл, способствуя созданию более 1300 дополнительных рабочих мест. Заявляя о себе на праздничных событиях, оказывая спонсорскую помощь, выступая заявителями новых форм участия в жизни территории, предприятие способствует изменению понимания значения деятельности.

В каждом из названных направлений существует запрос на связующую составляющую с креативными индустриями и видами культуры, в которых задействована молодежь.

Значимый показатель присутствия и развития конкурентоспособности малых городов – это личные инициативы людей в них проживающих. Показательной является работа с молодежью, осуществленная в регионе в виде многоярусного проекта, особенностью которого является сочетание нескольких направлениях деятельности. Несколько проектов СТИМ (Союз Творческой Инициативной Молодежи), такие как: ВПД Стрела, СТИМ ТВ, СТИМ как молодёжные организации, Центр гиревого спорта СТИМ.

Стоит отметить, что каждый из этих проектов изначально был основан на идее без каких-либо финансовых поддержек. Это в свою очередь делает данные проекты по-особому креативными, реализуемые как примеры для молодежи Свердловской области, которые можно транслировать и которые говорят о возможностях в малых городах.

Большое значение имеет тот факт, что идея, которую молодежь может воплотить в жизнь исходя из своих способностей и желаний, потребности создать невзирая на то, есть для этого финансовая помощь или нет! Это главный показатель для оценки креативного потенциала самой идеи и тех, кто её воплощает в жизнь.

Информация о «СТИМ ТВ» в г. Алапаевск имеет свою специфику по причине особенностей работы в современных условиях сети Интернет. Этот проект начал активную работу в 2015 г. и состоял из передач, которые снимались силами инициативной молодежи на такие актуальные темы как: новости, спорт, благотворительность, интервью с интересными людьми, совместный проект с ОТВ на тему «Царские дни» 100-летие, проект с областной филармонией, достижения. Следует отметить, что на канале 2390 видео, которые доступны для просмотра в соцсетях.

Особого внимания заслуживают такие составляющие проекта как: совместный проект с Алапаевским ТВ, ОТВ, Областной филармонией, Уральской ассоциацией Центра этноконфессиональных исследований профилактики экстремизма и противодействия идеологии терроризма, Региональным отделением Российского Красного Креста.

За успешную реализацию проект, руководитель и состав были отмечены Благодарственными письмами и Почетными грамотами. В целом, «СТИМ ТВ» занималось созданием контента, это существенный вклад в развитие медиасферы региона.

Одна из важнейших составляющих проекта - Центр гиревого спорта «СТИМ» имени Ивана Поддубного в г. Алапаевск, начал работу в августе 2021 г, известен достижениями своих спортсменов. В 2022 году он был признан победителем Мировой серии гран-при по версии Российского союза гиревого спорта (РСГС). Руководит центром иеромонах о. Серафим (Александр Шанин), который является чемпионом мира по гиревому спорту среди любителей и рекордсменом в гиревом спорте.

Главная цель - развитие любительского направления гиревого спорта и гиревого жонглирования, так как это дает больше возможности для инициативы, творчества, креативных подходов. С этой целью проект плотно сотрудничает с РСГС – Российский союз гиревого спорта и WAKSC – всемирной ассоциацией клубов гиревого спорта. Руководитель клуба А. Шанин является обладателем следующих результатов и достижений: 1 место среди любителей, чемпионат мира по гиревому спорту, Индия, Нью-Дели октябрь 2022 г., 2 место среди любителей, чемпионат мира по гиревому спорту Республика Кыргызстан, Чолпон-Ата. Установил 12 мировых рекордов. Также, руководитель и личный состав были награждены грамотами и медалями за участие в соревнованиях различного уровня, от клубных и городских до международных. Также спортсмены награждены Благодарственными письмами, Почетными грамотами и нагрудными знаками от WAKSC, РСГС, Комитета национальных и неолимпийских видов спорта России, Управления физкультуры и спорта города Алапаевска и Алапаевского района.

ВПД «Стрела» это военно-патриотическое движение, которое участвует в мероприятиях, связанных с патриотическим воспитанием и сохранением памяти о военных событиях. Начало работы было положено в сентябре 2014 г. Воспитанники «Стрелы» принимали участие в патриотических уроках для школьников и студентов, участвовали в проведении мастер классов для подрастающего поколения и представителей различных силовых структур, митингах, посвящённых Дню вывода советских войск из Афганистана, и стояли в почётном карауле у памятника воинам В.О.В. В основу работы с подрастающим поколением в рамках ВПД «Стрела» были положены: участие и победы на областных соревнованиях среди военно-патриотических клубов; Победы на межрегиональных соревнованиях среди ВПК; Первые и призовые места на городских соревнованиях среди ВПК; совместные проекты с Прокуратурой РФ по Свердловской области, СК РФ по Свердловской области, ГУВД по

Свердловской области по профилактике правонарушений и популяризации здорового образа жизни, нацеленных на проявление инициативы среди подростков и молодежи ВПД Стрела в данных направлениях. За успешное участие в данных проектах ВПД Стрела и его руководитель были отмечены Благодарственными письмами и Почетными грамотами от вышеперечисленных силовых структур.

Смысл здесь понимается как ценностное содержание, которое жители и внешние акторы придают месту: историческая значимость, уникальность атмосферы, потенциал для творчества, сила местного сообщества. Креативные индустрии выступают «инструментом сборки» этих смыслов через визуализацию, нарративизацию и создание новых практик взаимодействия.

Фестивали, резиденции, выставки создают ритм жизни территории, привлекают внешнюю аудиторию и меняют самоощущение местных жителей. Это не только дает доступ к высокому искусству, но и формирует смысл «значимости» малого города на культурной карте страны.

Итак, проекты «СТИМ», Центр гиревого спорта «СТИМ», ВПД «Стрела», СТИМ ТВ имеют прямое отношение к креативным индустриям, так как их деятельность сосредоточена на социальной активности, спорте и патриотическом воспитании. Они создают условия для развития региона через организацию мероприятий и привлечение внимания к городу.

В определенном отношении СТИМ является одним из официальных направлений креативных индустрий в сфере региональной экономики, данное направление создает благоприятные условия для процветания творчества и инициативы, это обеспечивает реализацию новых направлений креативных индустрий и дает свободу для творческого развития молодежи. Значимость для самих участников проекта может быть лучше всего отражена их собственными словами: «мне это дает уверенность в себе», «учусь новому и это интересно», «это прикольно», «мне интересно ставить цели и идти к ним».

Для региона личный пример участников данных проектов это система мотивации. Значимость не заканчивается активностью участников этих проектов, она простирается на переосмысление молодого поколения периферии и переоценке своих возможностей. Находясь на периферии, а не в областном центре, возможно реализовать своей потенциал в полной мере, в том числе выйти на международный уровень. [Скопина, 2013; Рассолова, Галкин, 2023]

Как показывает исследование ВЦИОМ, уровень оптимизма среди молодежи напрямую коррелирует с размером города: в малых городах в будущее своего населенного пункта верит лишь 33% молодых людей против 53% в городах-миллионниках. Креативные инициативы, особенно исходящие от самих молодых людей, становятся практическим ответом на этот пессимизм. Они создают альтернативную модель будущего, основанную не на ожидании изменений «сверху», а на собственной активности.

Молодых людей, остающихся или возвращающихся в малые города, привлекают не только экономические факторы. Значимыми являются экологичность, близость к природе, спокойная атмосфера, качество социальных связей (все всех знают) и возможность баланса между работой и жизнью. Креативные проекты идеально соответствуют этому запросу, предлагая содержательную деятельность в комфортной среде. Участие в таких проектах становится осмысленной альтернативой жизни в мегаполисе, где личный успех и саморазвитие часто являются доминирующими ценностями.

Литература

1. Атлас креативных индустрий Российской Федерации. 2-е изд. – М.: АСИ, 2023. – 614 с.
2. В Екатеринбурге на Международном фестивале креативных индустрий обсудили возможности человека будущего – URL: https://oblgazeta.ru/culture-and-sports/festivals/2025/08/112980/
3. Визгалов Д. В. Брендинг города. – Москва: Фонд «Институт экономики города», 2011. – 160 с.
4. Евстифеев Р. В. Исследования локальных идентичностей: теоретические подходы и перспективные направления // Научный результат. Социология и управление. – 2017. – №2 (12). – С. 3-9.
5. Желнина А. А., Тыканова Е. В. Формальные и неформальные гражданские инфраструктуры: современные исследования городского локального активизма в России // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – Т. 22. № 1. – С. 162-192.
6. Макевнин А. В. Стратегический потенциал малых городов в аспекте сохранения природного и культурного наследия // История. Культурология. Политология. – 2024. – №2. – С. 98-103.
7. Рассолова Е. Н., Галкин К. А. Новые практики городского активизма в постиндустриальном российском городе // Мониторинг. – 2023. – №3 (175).
8. Самойленко П. Ю. Историческое архитектурное наследие и современная застройка Владивостока как ресурс интеграции в АТР и формирования бренда территории в рамках политики «Разворота на Восток»: тренды и проблемы // Известия Восточного института. – 2024. – № 3. – С. 162–173.
9. Скопина М. В. Феномен «места» и «не-места» в постиндустриальном городе // Вестник МГСУ. – 2013. – Т. 8. – № 1. – С. 66-71.
10. Харви Д. Право на город / Дэвид Харви; пер. с англ. и коммент. М. А. Котлярова. – Екатеринбург, 2019. – 36 с.
11. Park R. On Social Control and Collective Behavior. Chicago. –1967. – P. 3.

Creative industries as a condition for increasing the competitiveness of small towns: initiative practices in the Sverdlovsk region (using the example of Alapaevsk)

Shanin A.A.
USUE

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Creative industries are embedded in modern social practices, influencing the most important indicators of regional development such as the formation of values and meanings, the development and adaptation of models of consumer behavior, the formation of local and national identities. The identification and formation of unique meanings and values of regions contributes to economic change. Youth plays a big role in the development of creative industries. There are a number of factors that both attract young people and prevent them from participating in changes and becoming interested in shaping the image of small towns. The article analyzes the established regional practices of creative initiatives in the Sverdlovsk region, and also identifies the reasons for the fading interest from young people in the presence of good potential for implementation. An important indicator indicating the possibility of understanding the causes and the degree of effectiveness of initiatives in the regions was the identification and description of the pessimistic attitudes of young people, which are often considered in the context of exclusively compensatory approaches. In conclusion, the article concludes that practical attention is required from the municipality and the participation of local communities in solving the problem of the relationship between local pessimism, the analysis of youth motivation and the role of youth initiatives in small towns with cultural heritage and how this dynamic is organized and supported by local authorities.

Keywords: creative industries, regional economy, small town development, youth initiative

References

1. Atlas kreativnykh industrii Rossiiskoi Federatsii. 2-e izd. Moskva: ASI, 2023. 614 p.
2. V Ekaterinburge na Mezhdunarodnom festivale kreativnykh industrii obsudili vozmozhnosti cheloveka budushchego – URL: https://oblgazeta.ru/culture-and-sports/festivals/2025/08/112980/
3. Vizgalov D. V. Brending goroda. Moskva: Fond «Institut ekonomiki goroda», 2011. 160 p.
4. Evstifeev R. V. Issledovaniia lokal'nykh identichnostei: teoreticheskie podkhody i perspektivnye napravleniia // Nauchnyi rezul'tat. Sotsiologiia i upravlenie. 2017. no2 (12). pp. 3-9.
5. ZHelnina A. A., Tykanova E. V. Formal'nye i neformal'nye grazhdanskie infra¬struktury: sovremennye issledovaniia gorodskogo lokal'nogo aktivizma v Rossii // ZHurnal sotsiologii i sotsial'noi antropologii. 2019. T. 22. no 1. pp. 162-192.
6. Makevnin A. V. Strategicheskii potentsial malykh gorodov v aspekte sokhraneniia prirodnogo i kul'turnogo naslediia // Istoriia. Kul'turologiia. Politologiia. 2024. no2. pp. 98-103.
7. Rassolova E. N., Galkin K. A. Novye praktiki gorodskogo aktivizma v postindustrial'nom rossiiskom gorode // Monitoring. 2023. no3 (175).
8. Samoilenko P. IU. Istoricheskoe arkhitekturnoe nasledie i sovremennaia zastroika Vladivostoka kak resurs integratsii v ATR i formirovaniia brenda territorii v ramkakh politiki «Razvorota na Vostok»: trendy i problemy // Izvestiia Vostochnogo instituta. 2024. no 3. pp. 162–173.
9. Skopina M. V. Fenomen «mesta» i «ne-mesta» v postindustrial'nom gorode // Vestnik MGSU. 2013. T. 8. no 1. pp. 66-71.
10. KHarvi D. Pravo na gorod / Devid KHarvi; per. s angl. i komment. M. A. Kotliarova. Ekaterinburg, 2019. 36 p.
11. Park R. On Social Control and Collective Behavior. Chicago. –1967. P. 3.

Стимулирование социально-экономического развития региона в обеспечении его экономической безопасности и устойчивого экономического роста (на примере Нижегородской области)

Ивонина Оксана Геннадьевна,
кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и обеспечения экономической безопасности; Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС, ivonina-okg@ranepa.ru,

Аблязова Наталья Олеговна,
заместитель директора, кандидат экономических наук, доцент, Московский университет им. С.Ю. Витте, nablazova@muiv.ru,

Бочкова Мария Васильевна,
старший преподаватель кафедры экономики и обеспечения экономической безопасности, Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС, bochkova-mv@ranepa.ru

Галкина Марина Игоревна,
старший преподаватель кафедры экономики и обеспечения экономической безопасности, Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС, galkina-mi@ranepa.ru

Семенчева Алла Владимировна,
старший преподаватель кафедры экономики и обеспечения экономической безопасности, Нижегородский институт управления – филиал РАНХиГС, semencheva-av@ranepa.ru

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты стимулирования социально-экономического развития региона как ключевого фактора обеспечения его экономической безопасности и устойчивого экономического роста. В современных условиях (постковидные кризисы, санкционное давление, глобальная нестабильность) экономическая безопасность государства все больше зависит от состояния его регионов. На примере Нижегородской области проанализированы действующие механизмы региональной политики, выявлены основные угрозы и дисбалансы, сдерживающие развитие. Особое внимание уделено оценке эффективности мер государственной поддержки, инвестиционной привлекательности и инструментов стратегического планирования. На основе проведенного анализа предложены направления совершенствования системы стимулирования, направленные на укрепление экономической безопасности, повышение устойчивости региональной экономики к внешним и внутренним вызовам и достижение долгосрочного экономического роста. В условиях глобальной нестабильности и ограниченности ресурсов, экономическая безопасность региона стала производной от эффективности механизмов стимулирования развития. Проблема синхронизации мер стимулирования с целями безопасности и устойчивости находится на переднем крае региональной политики любого современного государства.
Ключевые слова: экономическая безопасность, устойчивое развитие региона, социально-экономическое развитие, экономический рост, Нижегородская область, региональная экономика, инвестиционная привлекательность, стратегическое планирование.

Введение

В условиях современной геополитической нестабильности, санкционного давления и колебаний глобальной экономики вопросы обеспечения экономической безопасности регионов приобретают первостепенное значение. Экономическая безопасность субъекта Российской Федерации выступает базовым условием для реализации его конкурентного потенциала, повышения качества жизни населения и достижения устойчивого экономического роста. Ключевым инструментом в решении этих задач является эффективное стимулирование социально-экономического развития, которое должно быть направлено не только на максимизацию валового регионального продукта (ВРП), но и на формирование долгосрочных механизмов адаптации к внешним и внутренним угрозам [1].

После введения беспрецедентных санкций и изменения глобальных цепочек поставок экономическая безопасность регионов вышла на первый план. Нижегородская область, как один из крупнейших промышленных и инновационных центров России, столкнулась с необходимостью импортозамещения в машиностроении, IT и химической промышленности, перенастройки логистики (потеря традиционных западных рынков, разворот на Восток), обеспечения «технологического суверенитета» на региональном уровне. Без активного стимулирования развития (налоги, субсидии) регион не может динамично развиваться, что может привести к падению доходов и росту безработицы — прямым угрозам экономической безопасности [3].

Нижегородская область является пилотным регионом для многих федеральных инициатив:

— Создание особой экономической зоны (ОЭЗ) «Кулибин» и территорий опережающего развития (ТОСЭР)» в закрытых административно-территориальных образованиях (Саров).

— Эксперимент по внедрению кластерной инвестиционной платформы (КИП).

— Интенсивная цифровая трансформация и развитие «Экономики данных» [2].

Регионы получают все больше полномочий, но часто — без полного финансирования. Нижегородская область обладает высоким налоговым потенциалом (ННГУ, ГАЗ, Росатом, IT-сектор), однако существует высокая конкуренция за федеральные трансферты.

Экономическая безопасность региона невозможна без человеческого капитала. Нижегородская область сталкивается с оттоком талантливой молодежи (в Москву, Санкт-Петербург и за рубеж). Стимулирование развития через регулирование рынка труда, развитие комфортной городской среды (программа «Среда 800») и жилищного строительства — прямой фактор удержания кадров.

Нижегородская область служит модельным регионом, где остро проявляются все современные вызовы: санкции, импортозамещение, технологическая гонка, бюджетный дефицит и социальное неравенство. Нахождение эффективных методов стимулирования развития, которые укрепляют экономическую безопасность — цель регионального управления и федеральной политики пространственного развития России.

Целью данной работы является обоснование теоретических и практических подходов к стимулированию социально-экономического развития региона как фактора обеспечения его экономической безопасности и устойчивого роста, а также выработка рекомендаций на примере Нижегородской области.

Обсуждение и результаты

Обеспечение экономической безопасности региона — это условие для устойчивого роста территории. В свою очередь, устойчивый рост невозможен без социально-экономического развития, которое включает повышение качества жизни, инфраструктурные изменения и диверсификацию экономики.

Треугольник целей региональной политики исследователи определяют следующим образом:

1. Экономическая безопасность → защита от внутренних и внешних угроз, сохранение хозяйственного суверенитета.
2. Устойчивый рост → стабильное увеличение ВРП без кризисных колебаний.
3. Социально-экономическое развитие → повышение доходов, занятости, доступности услуг, инновационности.

Стимулирование развития регионов должно происходить в границах, не нарушающих экономическую безопасность (чрезмерные долги, монопрофильность, зависимость от импорта) [7].

Эффективное стимулирование социально-экономического развития региона — это комплекс мер, одновременно повышающих конкурентоспособность и снижающих уязвимость перед кризисами.

Нижегородская область в 2025-2026 годах демонстрирует модель регионального развития, сочетающую адаптацию к внешним шокам с долгосрочным структурным инвестированием. Экономическая безопасность региона обеспечивается через диверсификацию (промышленность + IT + туризм), а устойчивый рост — через механизмы государственно-частного партнерства и инфраструктурные мегапроекты.

В 2025 году, несмотря на рекордную ключевую ставку и санкционное давление, область сохранила положительную динамику, что характеризует высокую стрессоустойчивость хозяйственной системы. В 2025 году он составил 1,1% (выше общероссийского показателя в 1%). Губернатор Глеб Никитин отметил, что регион растет пятый год подряд. Обрабатывающие производства выросли на 1,1%, сельское хозяйство — на 4,6%. IT-сектор показал рост 8%, что свидетельствует о структурной перестройке экономики в пользу высоких технологий. Розничная торговля выросла на 3,9% на фоне роста доходов населения. В ответ на падение прибыли бизнеса (снижение на четверть) и сжатие кредитования (падение на треть) в регионе активизирован оперштаб. Губернатор охарактеризовал его работу как предоставление «скорой экономической помощи» предприятиям на грани закрытия, включая лоббирование на федеральном уровне субсидирования ставок для системообразующих организаций [9].

Фундаментом устойчивости является частная инвестиция, которая замещает бюджетные вливания. В 2025 году объем инвестиций достиг 743 млрд. рублей, причем 90% из них — частные. Создание институциональной среды — главный приоритет. Корпорация развития региона сопровождает около 360 проектов с плановыми инвестициями в 370 млрд. рублей. В муниципалитетах работает система территориальных менеджеров, которые в 2025 году начали сопровождение 89 новых проектов (21 млрд. руб. инвестиций, 3 300 рабочих мест). Это снижает риски «перекоса» развития в сторону только областного центра. Планируется создание 6 новых индустриальных парков (более 1100 га). Резиденты ОЭЗ «Кулибин» (55 компаний) уже вложили 167 млрд. рублей в данный проект.

Для устойчивого роста необходимы мегапроекты, формирующие спрос на десятилетия вперед. В области реализуется несколько таких инициатив:

1. Совместный с Беларусью проект модернизации трамвайной сети (производство оборудования локализовано) + строительство мультимодального порта на базе ОЭЗ «Кулибин» в г. Бор. Это решает проблему логистических ограничений.
2. Создается ИНТЦ «Квантовая долина» и технопарк «H_2O». Это напрямую работает на технологический суверенитет и снижение зависимости от внешних разработок [4].

Прогноз кадровой потребности области на 2027 год составляет 1,7 млн человек. Наибольший дефицит ожидается в обрабатывающих производствах (341,5 тыс. чел.) и квалифицированных рабочих (268,8 тыс. чел.). В ответ созданы 16 кластеров в рамках проекта «Профессионалитет» и ведется работа с естественно-научным уклоном в школах (технопарки «Кванториум»).

В условиях, когда демография влияет на безопасность, регион делает ставку на развитие человеческого капитала и несырьевые доходы. Область принимает около 5 млн. туристов в год, которые приносят экономике 80 млрд. руб. дохода, что является прямой поддержкой МСП. План до 2030 года — строительство 16 новых отелей. Программа «Основа» (семейный капитал от 1 млн. руб. на каждого ребенка) привела к снижению числа абортов на 13,5% и росту рождаемости. Снижение потребления алкоголя на 14,6% также снижает социальные риски для экономики.

Экономическая безопасность Нижегородской области сегодня строится на «умной» инфраструктуре. Оперативный штаб и адресная поддержка системообразующих предприятий не дали остановиться промпроизводству при падении доступности кредитов. Поддержка малого бизнеса и создание технопарков формируют среду, где инновации возникают «снизу». Туризм и экономика впечатлений создают «живые» деньги в обороте, не зависящие от экспортных пошлин или ключевой ставки ЦБ. Таким образом, регион проходит этап трансформации: от промышленного гиганта к инновационно-логистическому центру, где экономическая безопасность является производной от скорости внедрения новых производственных мощностей и качества инвестиционного климата [8].

Выводы

Устойчивый экономический рост региона невозможен без обеспечения его экономической безопасности, и наоборот. Стимулирование социально-экономического развития Нижегородской области выступает ключевым инструментом для нейтрализации внутренних и внешних угроз [6].

Пассивное реагирование на кризисные явления недостаточно. Необходимо активное стимулирование (инвестиционное, инновационное, налоговое), которое создает долгосрочную базу для роста и снижает зависимость региона от внешних факторов.

Нижегородская область обладает диверсифицированной экономикой (промышленность, ОПК, IT, инновации), что является его сильной стороной. Однако, для экономической безопасности нужно не просто наращивать производство, а стимулировать именно высокотехнологичные и импортозамещающие сектора. К основным угрозам для Нижегородской области отнесены износ основных фондов, дефицит квалифицированных кадров, зависимость от поставок комплектующих. Эффективными мерами стимулирования признаны налоговые льготы, развитие промышленной ипотеки, поддержка малого инновационного бизнеса, государственно-частное партнерство [5].

Стимулирование развития региона должно учитывать баланс между краткосрочными целями роста ВРП и долгосрочными целями экономической безопасности (например, экологическая безопасность, сокращение дифференциации доходов, обеспечение продовольственной независимости).

Авторами предлагаются конкретные механизмы для экономики Нижегородской области: мониторинг пороговых значений безопасности с одновременной корректировкой региональных программ стимулирования, а также внедрение риск-ориентированного подхода при распределении субсидий [10]. Экономическая безопасность и устойчивый рост Нижегородской области достигаются только через системное стимулирование инновационной и инвестиционной активности, увязанное с региональными индикаторами безопасности. Пассивное управление неэффективно — необходим переход к проактивной политике, учитывающей уникальную промышленную специализацию региона.

Литература

1. Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» №172-ФЗ. URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения 17.04.2026).
2. Стратегия социально-экономического развития Нижегородской области до 2035 года: утверждена постановлением Правительства Нижегородской области от 21 декабря 2018 г. №889. URL: https://nn-invest.ru/upload/iblock/067/14i1nx6s7sbqwco4fruoc6yrlme9dql4/Strategiya-sotsialno_ekonomicheskogo-razvitiya-Nizhegorodskoy-oblasti-do-2035-goda.pdf?ysclid=mobl8egp7k972414576 (дата обращения 17.04.2026).
3. Глазьев С.Ю. О механизмах реализации целей национального развития России в условиях смены технологических и мирохозяйственных укладов // Научные труды Вольного экономического общества России. 2021. Т. 230. № 4. С. 66-70.
4. Крутиков В.К., Зайцев Ю.В., Дорожкина Т.В., Костина О.И., Федорова О.В. Управление социально-экономическим развитием территорий. Учебно методическое пособие. Калуга: Изд-во «Ваш домЪ», 2015. - 180 с.
5. Кулагина Н.А., Чепикова Е.М., Логачева Н.А. Систематизация угроз экономической безопасности в условиях цифровой трансформации // Экономические науки. 2021. № 197. С. 128-134.
6. Литвиненко А.Н., Бабкин А.В. Экономическая безопасность России: проблемы воплощения // Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем: сборник трудов научно практической конференции с зарубежным участием / Под редакцией Д.Г. Родионова, А.В. Бабкина. 2020. С. 467-470.
7. Литвиненко А.Н., Порвадов М.Г. Теоретические вопросы экономической безопасности системы в контексте проблемы экономической устойчивости // Экономика и управление: теория и практика. Ярославль, 2021. С. 69-74.
8. Митяков С.Н., Митяков Е.С. Анализ кризисных явлений в экономике России с использованием быстрых индикаторов экономической безопасности // Проблемы прогнозирования. 2021. № 3 (186). С. 29-40.
9. Набатова Н.Ю., Плотников В.А., Шиндикова И.Г. Анализ структурных изменений макроэкономических показателей Российской Федерации в контексте обеспечения национальной экономической безопасности // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2021. Т. 11. № 1. С. 20-37.

10. Носкин С.А. Актуальные аспекты установления целей экономической безопасности. Экономика, управление, общество: история и современность: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции. Хабаровск: Дальневосточный институт управления – филиал РАНХиГС, 2020. 521 с.

Stimulating regional socio-economic development to ensure its economic security and sustainable economic growth (case study of the Nizhny Novgorod region)

Ivonina O.G., Ablyazova N.O., Bochkova M.V., Galkina M.I., Semencheva A.V.
RANEPA, S.Yu. Witte Moscow University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the theoretical and practical aspects of stimulating regional socio-economic development as a key factor in ensuring economic security and sustainable economic growth. In the current context (post-COVID crises, sanctions pressure, global instability), a country's economic security increasingly depends on the state of its regions. Using the Nizhny Novgorod Region as an example, this article analyzes current regional policy mechanisms and identifies the main threats and imbalances hindering development. Particular attention is paid to assessing the effectiveness of government support measures, investment attractiveness, and strategic planning tools. Based on the conducted analysis, areas for improving the incentive system are proposed, aimed at strengthening economic security, increasing the resilience of the regional economy to external and internal challenges, and achieving long-term economic growth. In the context of global instability and resource constraints, regional economic security has become dependent on the effectiveness of development incentive mechanisms. The issue of aligning incentive measures with security and sustainability goals is at the forefront of regional policy for any modern state.

Keywords: economic security, sustainable regional development, socioeconomic development, economic growth, Nizhny Novgorod Region, regional economy, investment attractiveness, strategic planning.

References

1. Federal Law "On Strategic Planning in the Russian Federation" No. 172-FZ. URL: http://www.pravo.gov.ru (accessed April 17, 2026).
2. Strategy for the Socioeconomic Development of the Nizhny Novgorod Region through 2035: approved by Resolution No. 889 of the Government of the Nizhny Novgorod Region dated December 21, 2018. URL: https://nn-invest.ru/upload/iblock/067/14i1nx6s7sbqwco4fruoc6yrlme9dql4/Strategiya-sotsialno_ekonomicheskogo-razvitiya-Nizhegorodskoy-oblasti-do-2035-goda.pdf?ysclid=mobl8egp7k972414576 (accessed April 17, 2026).
3. Glazyev S. Yu. On the mechanisms for implementing Russia's national development goals in the context of changing technological and global economic structures // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. 2021. Vol. 230. No. 4. pp. 66-70.
4. Krutikov V.K., Zaitsev Yu.V., Dorozhkina T.V., Kostina O.I., Fedorova O.V. Management of socio-economic development of territories. Study-method manual. Kaluga: Vash Dom Publishing House, 2015. - 180 p.
5. Kulagina N.A., Chepikova E.M., Logacheva N.A. Systematization of threats to economic security in the context of digital transformation // Economic sciences. 2021. No. 197. pp. 128-134.
6. Litvinenko A.N., Babkin A.V. Economic security of Russia: problems of implementation // Sustainable development of the digital economy, industry and innovation systems: collection of papers of a scientific-practical conference with foreign participation / Edited by D.G. Rodionov, A.V. Babkin. 2020. P. 467-470.
7. Litvinenko A.N., Porvadov M.G. Theoretical issues of economic security of the system in the context of the problem of economic sustainability // Economy and Management: Theory and Practice. Yaroslavl, 2021. P. 69-74.
8. Mityakov S.N., Mityakov E.S. Analysis of crisis phenomena in the Russian economy using fast indicators of economic security // Problems of Forecasting. 2021. No. 3 (186). P. 29-40.
9. Nabatova N.Yu., Plotnikov V.A., Shindikova I.G. Analysis of structural changes in macroeconomic indicators of the Russian Federation in the context of ensuring national economic security // Bulletin of the Southwestern State University. Series: Economics. Sociology. Management. 2021. Vol. 11. No. 1. P. 20-37.
10. Noskin S.A. Current Aspects of Setting Economic Security Goals. Economy, Management, Society: History and Modernity: Proceedings of the XVIII All-Russian Scientific and Practical Conference. Khabarovsk: Far Eastern Institute of Management – Branch of RANEPA, 2020. 521 p.

Интеграция мировых практик проектирования агропромышленных предприятий в городскую среду Донбасса: типологии, стандарты, адаптация

Параконный Алексей Олегович
Аспирант, Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал Национального исследовательского Московского государственного строительного университета, 382656@mail.ru

Статья посвящена архитектурно-технологическим принципам проектирования агропромышленных предприятий закрытого грунта применительно к условиям Донбасса. Рассмотрен мировой опыт строительства теплиц и выявлены решения, наиболее соответствующие климатическому и промышленному контексту региона. Обосновано применение стальных ангарных каркасов как конструктивной основы, обеспечивающей эксплуатационную надёжность при значительных снеговых нагрузках. Проанализированы архитектурные приёмы повышения энергоэффективности, использование пассивного солнечного обогрева и тепловых аккумуляторов, позволяющих существенно снизить эксплуатационные затраты. Особое внимание уделено территориальному освоению техногенных ландшафтов — рекультивированных земель и склонов терриконов — в качестве перспективных площадок для агрокластеров. В технологической части рассмотрены беспочвенные методы выращивания на основе гидропоники, а также интеллектуальные системы автоматизированного контроля микроклимата. Представленные подходы формируют комплексную основу для создания высокотехнологичных агропромышленных объектов, органично встроенных в архитектурную и городскую среду Донбасса. В заключении обосновывается трансформация АПП из утилитарных объектов в многофункциональные эко-индустриальные центры, способствующие социальному и экономическому возрождению городов региона.

Ключевые слова: агропромышленные предприятия, архитектурное проектирование, энергоэффективность, стальные каркасы, продовольственная безопасность, Донбасс, техногенный ландшафт, градостроительная адаптация.

Современный этап развития градостроительства и агропромышленного комплекса характеризуется поиском новых форм интеграции сельскохозяйственного производства в структуру урбанизированных территорий. Одной из наиболее острых проблем для регионов со сложным климатом и специфической промышленной структурой, таких как Донбасс, остается обеспечение продовольственной безопасности через переход от сезонного к круглогодичному выращиванию плодоовощной продукции.

Актуальность данной темы обусловлена не только экономическими факторами, но и трансформацией самой концепции производственной архитектуры. Современная теплица перестает быть исключительно утилитарным сооружением. Согласно актуальным исследованиям [6], объекты городского и пригородного фермерства начинают выполнять функции новых общественных пространств, центров социализации и экологического просвещения. Это требует от архитекторов и инженеров разработки решений, которые сочетали бы в себе высокую технологическую эффективность, экономическую целесообразность и эстетическую привлекательность.

Особое значение приобретает выбор локации и конструктивной схемы сооружений. В условиях ограниченного городского пространства перспективным направлением становится вертикальное фермерство и использование крыш зданий [10], в то время как для пригородных зон Донбасса рациональным решением является создание масштабных агропромышленных предприятий (АПП). Подобные проекты должны рассматриваться в контексте общей стратегии реконструкции застройки региона [4].

Проектирование современных агропромышленных предприятий требует детального обоснования конструктивной схемы, обеспечивающей баланс между капитальными затратами и эксплуатационной эффективностью. Анализ строительных решений показывает, что для фермерских хозяйств и средних производств наиболее рациональным типом являются ангарные сооружения со стальным каркасом [5]. В отличие от блочных структур, ангарные предприятия обеспечивают более эффективное самоудаление снега с покрытия, что критически важно для климатических условий с обильными осадками.

Оптимизация металлоемкости каркаса напрямую влияет на окупаемость агропромышленного предприятия. Исследованиями установлено, что для сооружений площадью до 500 м² энергоэкономичными и конструктивно оправданными параметрами являются: ширина пролета L=12 м, шаг поперечных рам — 6 м, а шаг прогонов покрытия — 1 м. Увеличение шага рам до 6 м позволяет существенно снизить удельный расход стали на 1 м² площади, при этом оптимальная высота продольного ограждения должна составлять порядка 1,5–1,8 м. Использование гнутых стальных швеллеров для прогонов покрытия признано более экономичным решением по сравнению с прокатными профилями, что подтверждается корреляционной зависимостью массы профиля от его момента инерции.

Важным аспектом инженерного расчета является определение снеговой нагрузки согласно СП 107.13330.2012 [8]. Для агропромышленных предприятий круглогодового использования нагрузку целесообразно принимать исходя из разового максимума выпадения осадков. Благодаря теплу внутреннего воздуха (при стабильных +18 °С) на стыке кровли и снега образуется водяная прослойка, как только слой осадков достигает 5 см. Если уклон крыши составляет 18° и более, накопившийся снег начинает самостоятельно сползать вниз, всё это заметно снижает нагрузку на несущую основу здания [13].

Для агропредприятий, работающих в условиях резких сезонных колебаний температуры, вопрос снижения энергозатрат остаётся особенно важным. Одним из эффективных решений считается использование систем теплоаккумуляции, которые предусматриваются ещё на этапе проектирования теплиц. В качестве таких элементов могут выступать массивные ограждающие конструкции или ёмкости с водой. Исследования [7, 14] показывают, что днём они накапливают солнечное тепло, а ночью постепенно отдают его, помогая поддерживать более стабильный температурный режим. Для регионов, где даже в зимний период сохраняется достаточно большое количество солнечных дней [1], это особенно актуально, так как позволяет сократить потребление газа и электроэнергии примерно на 15–20%.

Всё большее внимание сегодня уделяется беспочвенным технологиям выращивания, в первую очередь гидропонике и аэропонике. Их применение связано с более рациональным использованием ресурсов, поскольку питательные растворы в таких системах циркулируют по замкнутому контуру. По сравнению с выращиванием в открытом грунте это позволяет снизить расход воды до 90%, а потребление удобрений — примерно в два раза. В условиях региона такое решение имеет особую значимость, поскольку способствует более экономному использованию ограниченных водных ресурсов.

Микроклимат внутри таких комплексов контролируют интеллектуальные системы автоматизации [15]. Сенсорные устройства непрерывно отслеживают уровень освещённости, влажность и концентрацию CO_2. Самостоятельно регулируя положение фрамуг, работу тепловых экранов и интенсивность досвечивания. Современные LED-фитосветильники с регулируемым спектром ускоряют рост растений и снижают расход электроэнергии. Снизить затраты помогает и взаимодействие с соседними промышленными объектами. Утилизация их избыточного тепла в сочетании с автоматизацией встраивает агрокомплекс в реальную производственную цепочку замкнутого цикла.

Размещение агрокомплексов в пригородной зоне выглядит не просто оправданным, а, по сути, одним из самых практичных решений. Здесь современные технологии могут развиваться не в стеснённых условиях городской застройки, а на действительно просторных территориях — а для такого рода объектов это, надо признать, принципиально. Для Донбасса с его плотной застройкой и насыщенным промышленным ландшафтом именно пригород даёт то пространство, которого в пределах самого города обычно не хватает. И дело даже не только в площади как таковой, а именно за городской чертой появляется возможность создавать крупные высокотехнологичные центры не точечно, а последовательно и с расчётом на дальнейшее развитие.

Работа за городской чертой во многом определяется тем, как выстроена логистика [13]. На периферии агрокомплексы способны существенно сокращать расходы на доставку, не теряя при этом доступа к энергетическим сетям и транспортной инфраструктуре региона. В отличие от небольших ферм внутри жилых кварталов, у пригородных предприятий есть реальный резерв для расширения производства [3].

Техногенный ландшафт Донбасса — не помеха, а ресурс. Южные склоны рекультивированных терриконов и территории закрытых шахт, согласно исследованиям [7, 11], вполне пригодны для размещения теплиц. Такой подход разом решает две задачи: возвращает в оборот земли, выведенные промышленностью из использования, и позволяет опираться на их микроклиматические особенности для снижения энергопотребления. Близость к действующим предприятиям даёт ещё одно преимущество — доступ к вторичному теплу для обогрева модулей, что напрямую снижает себестоимость продукции.

Пригородные агрокомплексы стоит изначально закладывать как многофункциональные центры. Помимо растениеводческих цехов, в их структуру должны входить логистические центры и участки переработки с упаковкой. Такие объекты дают рабочие места и притягивают малый бизнес к крупным производственным узлам. Архитектура при этом должна работать на энергетику здания: каскадное террасирование ангаров на склонах позволяет использовать солнечное тепло без лишних затрат — просто за счёт правильной ориентации и формы.

Заключение. В исследовании разобраны ключевые принципы проектирования агропромышленных предприятий (АПП) закрытого грунта для условий Донбасса. Вывод однозначен: традиционная утилитарная теплица уже не отвечает требованиям региона. Переход к высокотехнологичным эко-индустриальным объектам — не отдалённая перспектива, а практическая необходимость. Только так можно обеспечить региону устойчивое производство продовольствия и реальную независимость от внешних поставок.

На основе изучения конструктивных схем был сделан вывод о приоритетности стальных каркасов ангарного типа, которые обеспечивают необходимую надежность при значительных снеговых и ветровых нагрузках, типичных для региона. Использование современных светопрозрачных материалов, таких как сотовый поликарбонат, в сочетании с инновационными методами выращивания (гидропоника, аэропоника) позволяет достичь максимальной продуктивности при минимальном использовании водных ресурсов.

Для пригородных зон и техногенно-измененных ландшафтов Донбасса интеграция агрокомплексов имеет исключительное значение. Как указывалось в исследованиях по реконструкции застройки региона [4], использование восстановленных земель и размещение предприятий на склонах терриконов открывает новые перспективы для создания мощных агрокластеров. Применение систем пассивного солнечного обогрева [1] вместе с использованием избыточного тепла промышленных зон позволяет существенно сократить расходы на энергию и сделать предприятия более устойчивыми в экономическом плане.

Социально-архитектурные изменения превращают современные агрокомплексы из закрытых промзон в открытые многофункциональные центры. Добавление образовательных площадок, зон отдыха и демонстрационных залов помогает «очеловечить» производственную среду и вовлечь жителей в вопросы экологии и просвещения [6]. С учетом специфики приграничных территорий и условий ДНР, архитектура таких объектов должна решать не только гражданские, но и стратегические задачи [2], гарантируя им полную автономность и надежную работу всех систем жизнеобеспечения.

Таким образом, проектирование агропромышленных предприятий нового типа — это комплексная задача, требующая синергии инженерных решений, архитектурного творчества и рационального природопользования. Реализация предложенных подходов позволит создать современную базу для производства качественной продукции, способствуя при этом архитектурному обновлению и социально-экономическому возрождению городов Донбасса.

Литература

1. Гайворонский, Е. А. Направления апробации универсальной системы пассивного использования солнечной энергии в архитектурных решениях зданий и сооружений в городах Донбасса / Е. А. Гайворонский, Л. В. Семченков.
2. Джерелей, Д. П. Архитектурно-градостроительная организация агропромышленных комплексов военизированного типа на приграничных территориях.
3. Параконный, А. О. Актуальные аспекты формирования архитектуры агропромышленных комплексов на территории ДНР.
4. Радионов, Т. В. Реконструкция застройки городов Донбасса в современных условиях.
5. Волчёнков, А. И. Обоснование конструктивного решения фермерской теплицы ангарного типа в стальном каркасе / А. И. Волчёнков, А. А. Блажнов.
6. Ахтямов, И. И. Гуманизация производственной среды: теплица как общественное пространство / И. И. Ахтямов, Д. А. Буторина.
7. Белодедова, Н. О. Инновационные модели агропромышленных предприятий в структуре урбанизированных территорий / Н. О. Белодедова, Л. А. Шилова.
8. СП 107.13330.2012. Теплицы и парники. Актуализированная редакция СНиП 2.10.04-85.
9. ГОСТ Р 7.0.100-2018. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.
10. Денисов, М. С. Вертикальное фермерство как элемент устойчивого развития современных мегаполисов.
11. Капустин, А. С. Рекультивация техногенных ландшафтов: использование склонов терриконов для размещения энергоэффективных объектов.
12. Кузнецов, В. В. Энергоэффективные ограждающие конструкции сельскохозяйственных зданий: сотовый поликарбонат vs стекло.
13. Методология проектирования агропромышленных парков в пригородных зонах крупных агломераций : сборник научных статей под ред. С. В. Попова.
14. Технологии пассивного солнечного отопления в промышленном растениеводстве : методические указания / сост. Р. Л. Марков.
15. Хайруллин, Р. Ф. Автоматизация систем микроклимата и внедрение веб-технологий в управление современным АПП.

Integration of world practices of designing agro-industrial enterprises into the urban environment of Donbass: typologies, standards, and adaptation

Parakonny A.O.

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture – branch of the National Research Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines the architectural and technological principles of designing greenhouse agro-industrial enterprises for the Donbas region. It examines global greenhouse construction practices and identifies solutions best suited to the region's climatic and industrial context. The use of steel hangar frames as a structural foundation, ensuring operational reliability under significant snow loads, is substantiated. Architectural techniques for improving energy efficiency, including the use of passive solar heating and heat accumulators, are analyzed, allowing for a significant reduction in operating costs. Particular attention is paid to the territorial development of man-made landscapes—reclaimed lands and waste heap slopes—as promising sites for agroclusters. The technological section examines soilless hydroponic cultivation methods, as well as intelligent automated microclimate control systems. The presented approaches form a comprehensive basis for the creation of high-tech agro-industrial facilities organically

integrated into the architectural and urban environment of Donbas. The conclusion substantiates the transformation of agro-industrial facilities from utilitarian structures into multifunctional eco-industrial centers that contribute to the social and economic revival of the region's cities.

Keywords: agro-industrial enterprises, architectural design, energy efficiency, steel frames, food security, Donbas, man-made landscape, urban adaptation.

References

1. Gaivoronsky, E. A., "Directions for Testing a Universal Passive Solar Energy System in Architectural Designs for Buildings and Structures in Donbas Cities" / E. A. Gaivoronsky, L. V. Semchenkov.
2. D. P. Dzherelei. Architectural and Urban Planning Organization of Paramilitary-Type Agro-Industrial Complexes in Border Territories.
3. A. O. Parakonny. Current Aspects of Architectural Design of Agro-Industrial Complexes in the DPR Territory.
4. T. V. Radionov. Reconstruction of Urban Development in Donbass in Modern Conditions.
5. A. I. Volchenkov. Justification of the Structural Design of a Steel-Framed Hangar-Type Farm Greenhouse / A. I. Volchenkov, A. A. Blazhnov.
6. Akhtyamov, I. I. Humanization of the Production Environment: The Greenhouse as a Public Space / I. I. Akhtyamov, D. A. Butorina.
7. Belodedova, N. O. Innovative Models of Agro-Industrial Enterprises in the Structure of Urbanized Territories / N. O. Belodedova, L. A. Shilova.
8. SP 107.13330.2012. Greenhouses and Hotbeds. Updated version of SNiP 2.10.04-85.
9. GOST R 7.0.100-2018. Bibliographic Entry. Bibliographic Description. General Requirements and Rules for Compilation.
10. Denisov, M. S. Vertical Farming as an Element of Sustainable Development of Modern Megacities.
11. Israeli Experience in Implementing Drip Irrigation and Hydroponics Systems in Confined Ground: An Analytical Review.
12. Kapustin, A. S. Reclamation of Man-Made Landscapes: Using Slopes of Waste Heaps for the Placement of Energy-Efficient Facilities.
13. Kuznetsov, V. V. Energy-Efficient Enclosing Structures of Agricultural Buildings: Cellular Polycarbonate vs. Glass.
14. Methodology for Designing Agro-Industrial Parks in Suburban Areas of Large Agglomerations: A Collection of Scientific Articles edited by S. V. Popov.
15. Passive Solar Heating Technologies in Industrial Crop Production: Guidelines / compiled by R. L. Markov.
16. Khairullin, R. F. Automation of Microclimate Systems and the Implementation of Web Technologies in the Management of Modern Agro-Industrial Parks.

Влияние методик продуктовых исследований в цифровой экономике: кейс навигационных сервисов

Стар Игорь Анатольевич
кандидат искусствоведения, доцент, доцент кафедры рекламы, связей с общественностью и дизайна, Российский экономический университет (РЭУ) имени Г.В. Плеханова, igorstar77@gmail.com

Целью статьи является обоснование интегрированного методического подхода к исследованию цифровых сервисов на основе сочетания методики (фреймворка) Double Diamond, методологии Jobs to Be Done (JTBD) и карты пути клиента (Customer Journey Map, CJM) в контексте цифровой экономики. Для цифровых платформ и экосистем становится критичным повышение качества продуктовых решений за счёт глубокого анализа пользовательских потребностей, контекста использования и пути клиента, что особенно заметно на примере навигационных сервисов. Предлагается процессный каркас, в рамках которого Double Diamond задаёт структуру исследования и разработки, JTBD обеспечивает концептуализацию «работ» пользователей, а CJM позволяет визуализировать путь клиента и точки создания ценности. Эмпирическая часть основана на анализе рынка навигационных сервисов (Google Maps, Yandex Maps, 2ГИС), данных конкурентной и JTBD-аналитики, а также фрагментов CJM для ключевых сценариев (поиск локального бизнеса, навигация, B2B/B2G-интеграции). Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенного подхода при разработке и совершенствовании цифровых сервисов и в докторантских исследованиях по цифровой экономике.

Ключевые слова: цифровая экономика, продуктовые исследования, Double Diamond, Jobs to Be Done, Customer Journey Map, навигационные сервисы, платформенная конкуренция.

Введение

Развитие цифровой экономики сопровождается ростом доли цифровых услуг, платформ и экосистем в структуре ВВП и занятости, что усиливает требования к качеству проектирования цифровых сервисов и управления данными [1]. Для российских университетов и компаний это формирует запрос на методики, которые одновременно удовлетворяют критериям академической строгости и продуктовой практичности, интегрируя качественные исследования, количественную аналитику и стратегический анализ в логике экономики данных и искусственного интеллекта [2].

В продуктовой практике широко используются фреймворк Double Diamond, методология JTBD и различные варианты карт пользовательского опыта (CJM, сервисные blueprints и др.), однако в научной литературе по цифровой экономике их совместное применение остаётся недостаточно формализованным [3, p. 10-20]. Навигационные и геосервисы (Google Maps, Yandex Maps, 2ГИС) являются удобным полигоном для изучения платформенной конкуренции, основанной на данных, алгоритмах и пользовательском опыте [4].

Цель исследования — разработать и эмпирически продемонстрировать интегрированный методический подход к анализу цифровых сервисов, основанный на сочетании Double Diamond, JTBD и CJM, на примере конкуренции навигационных сервисов на российском рынке. Для достижения цели решаются задачи: уточнить теоретические основания применения Double Diamond, JTBD и CJM; сформировать процессный каркас исследования, адаптированный к задачам цифровой экономики; провести эмпирический анализ конкуренции 2ГИС и Яндекс Карт; оценить возможности применения подхода в диссертационных и прикладных исследованиях.

Теоретические основания: Double Diamond, JTBD и CJM

Фреймворк Double Diamond, предложенный Британским советом по дизайну, описывает процесс разработки решений как последовательность четырёх стадий Discover, Define, Develop и Deliver, чередующих дивергентные и конвергентные фазы мышления [5]. Для цифровых сервисов эта модель удобна тем, что позволяет структурировать исследовательскую и проектную компоненты и встроить в единый процесс качественные и количественные методы анализа.

Методология Jobs to Be Done интерпретирует поведение пользователей через призму «работ», которые они «нанимают» продукт для выполнения, акцентируя внимание на контексте, ожидаемом результате и критериях успеха [3, p. 10-17]. В отличие от традиционного маркетингового сегментирования, JTBD позволяет выявлять латентные потребности и конкуренцию между продуктами из разных категорий, что особенно важно в условиях экосистемной конкуренции и быстрого обновления цифровых решений [6, p. 60-68].

Customer Journey Map (CJM) является инструментом визуализации пути клиента от осознания потребности до постпокупочного опыта, включая действия, мысли и эмоции пользователя на различных этапах взаимодействия с сервисом [7]. В цифровой среде CJM позволяет описывать омниканальные сценарии, выявлять «болевые точки» и точки создания дополнительной ценности, а также сопоставлять их с метриками вовлечённости и монетизации [8].

Интеграция Double Diamond, JTBD и CJM создаёт целостный методический каркас: Double Diamond задаёт процессную структуру исследования и разработки, JTBD — единицы анализа в виде «работ» пользователей, а CJM — операционализацию и визуализацию пути клиента для конкретных цифровых продуктов [6, p. 25-40].

Материалы и методы

Материалы исследования включают три группы данных: (1) агрегированные рыночные показатели и оценки выручки для ключевых игроков рынка навигационных сервисов (Google Maps, Yandex Maps, 2ГИС); (2) данные о научно-технологическом развитии в области цифровых карт и навигации за период 2014–2024 гг.; (3) результаты конкурентной и JTBD-аналитики по 2ГИС и Яндекс Картам (пользовательские отзывы, онлайновая активность, структура бизнес-моделей, B2B/B2G-решения) [6].

Исследовательский дизайн опирается на Double Diamond [5]. На этапе Discover выполняются анализ макро- и мезоуровня цифровой экономики, сбор рыночных данных (доли рынка, выручка, патенты), а также

предварительный JTBD-анализ сегментов пользователей навигационных сервисов (ежедневные коммьютеры, искатели локального бизнеса, туристы, курьеры и др.) [1]. Этап Define включает формализацию JTBD-структуры для каждого сервиса и постановку исследовательских вопросов о дифференциации ценностных предложений 2ГИС и Яндекс Карт [6, p. 25-40].

На этапе Develop строятся фрагменты CJM для приоритетных JTBD-сценариев (поиск локального бизнеса, навигация, B2B/B2G-интеграции), что позволяет описать последовательность точек контакта пользователя с сервисом и идентифицировать «болевые точки» [8]. Количественный компонент опирается на анализ агрегированных показателей (доли рынка, выручка, патенты), качественный — на анализ JTBD-карты и нарративов из отзывов и упоминаний [4]. Этап Deliver предусматривает сопоставление результатов JTBD- и CJM-анализа с параметрами цифровой экономики и экосистемными стратегиями компаний (B2B-партнёрства, B2G-проекты, API-экосистемы) [2].

Double Diamond в практике 2ГИС и Яндекс Карт

На примере 2ГИС и Яндекс Карт использование Double Diamond проявляется в последовательной реализации стадий Discover, Define, Develop и Deliver, которые связывают анализ пользовательских «работ» и пути клиента с продуктовыми решениями [6, p. 25-40].

Discover. 2ГИС на стадии Discover фокусируется на глубоком сборе и верификации локальных данных (организации, городская геометрия, B2B-сценарии) через картографические экспедиции, партнёрства и анализ отзывов, что соответствует дивергентной фазе расширения поля понимания JTBD-сценариев. Яндекс Карты дополняют картографические и отзывные данные массивами поведенческой аналитики из экосистемы (поиск, такси, доставка, маркетплейс), формируя гипотезы о комплексных сценариях использования [4, с. 59].

Define. На стадии Define 2ГИС конвертирует собранные данные в продуктовые задачи вокруг «работ» пользователей: «найти локальный бизнес», «построить точный маршрут во дворе», «поддержать B2B-логистику», формализуя JTBD-структуру для МСП и логистических сегментов и задавая метрики точности данных и использования B2B-функций [3, p. 10-20]. Яндекс Карты фокусируются на сценариях, где навигация — часть экосистемной цепочки («маршрут + такси», «маршрут + доставка»), включают в JTBD-структуру транзакционные «работы» и добавляют метрики конверсий в поездки и заказы [6, p. 60-68].

Develop. В 2ГИС на стадии Develop через CJM анализируются шаги пользователя в сценариях поиска бизнеса и навигации («осознание — поиск — оценка — маршрут — контакт»), выявляются «болевые точки» (неточные входы, устаревшие контакты, сложные дворы) и проектируются решения для улучшения карт, каталога и интерфейсов, которые затем проверяются A/B-тестами [9]. Для Яндекс Карт Develop-этап включает CJM комплексных сценариев «карта + сервис», тестирование интерфейсных и алгоритмических изменений (подсказки, ETA, переходы в такси и доставку) и отбор вариантов, улучшающих как JTBD-метрики, так и показатели экосистемы [7].

Deliver. На стадии Deliver 2ГИС масштабирует успешные решения через обновление карт, расширение B2B-предложений и интеграции с корпоративными и городскими системами, что снижает транзакционные издержки и повышает качество локальной цифровой инфраструктуры. Яндекс Карты внедряют изменения на уровне экосистемы, обновляя приложения, алгоритмы и интеграции с транспортными и городскими сервисами, что влияет на эффективность городской мобильности, логистики и платформенной конкуренции [10, с. 8].

Эмпирические результаты: конкуренция 2ГИС и Яндекс Карт

Эмпирический анализ сосредоточен на сравнении 2ГИС и Яндекс Карт как ключевых участников российского рынка навигационных сервисов, с акцентом на три группы кейсов: поиск локального бизнеса и B2B-позиционирование, навигационные и транспортные сценарии, B2B/B2G-интеграции и API-экосистемы [4]. Такой подход позволяет связать пользовательские «работы» и путь клиента с рыночными позициями и экосистемными стратегиями компаний в рамках цифровой экономики [6].

Поиск локального бизнеса и B2B-позиционирование

JTBD-анализ показывает, что в сценарии «поиск локального бизнеса» оба сервиса закрывают базовую функциональную работу по нахождению организации, но 2ГИС и Яндекс Карты реализуют её в разных стратегических логиках. Для 2ГИС ключевым является детализированный локальный каталог с точными атрибутами (адреса, входы, режим работы, контакты), ориентированный как на конечных пользователей, так и на B2B-клиентов, что формирует модель монетизации вокруг услуг для малого и среднего бизнеса (Таблица 1).

Таблица 1
JTBD для сценария «поиск локального бизнеса» [4, 6, 11]

Элемент	2ГИС	Yandex Maps
Функциональная job	Найти надёжного локального поставщика с точными данными.	Найти место и сразу выполнить действие (поездка, заказ, запись).
Эмоциональная job	Уверенность, что адрес, вход и время работы указаны корректно.	Минимизация усилий и риска «ошибочного» выбора.
Социальная job	Сохранить образ «знающего город» специалиста .	Следовать «норме» и популярным рейтингам экосистемы.
Контекст	Локальный поиск, дворовые адреса, B2B-сценарии (МСП, курьеры).	Массовые B2C-сценарии, связка с такси, доставкой, маркетплейсом.
Критерии успеха	Точность карт и атрибутов, актуальность каталога.	Скорость поиска и лёгкость выполнения действия в экосистеме.

Фрагменты CJM показывают, что 2ГИС акцентирует этапы поиска и оценки вариантов за счёт подробных карточек организаций, тогда как Яндекс Карты усиливают завершение цепочки за счёт действий внутри экосистемы (заказ такси, доставки, запись, оплата) [4]. В рамках Double Diamond это отражает различный фокус на стадиях Define и Develop: 2ГИС уточняет JTBD-структуру вокруг B2B-поиска и улучшает каталог, а Яндекс Карты проектируют цепочки «поиск — действие» через CJM, интегрируя навигацию с сервисами экосистемы [3, p. 10-20].

Согласно данным конкурентного анализа, 2ГИС занимает около 8% российского рынка навигационных сервисов, в то время как доля Яндекс Карт оценивается в порядке 55%, что отражает доминирование последнего в массовом B2C-сегменте при сохранении за 2ГИС роли значимого игрока в нише локального B2B-поиска [6]. Для B2B-сценариев важны также показатели выручки от корпоративных услуг и глубина локальной базы данных, на которые 2ГИС делает стратегический акцент [1].

Навигация и транспортные сценарии

Во втором блоке проанализированы JTBD-сценарии навигации («добраться из точки А в точку В», «учесть пробки», «выбрать вид транспорта»), где 2ГИС и Яндекс Карты по-разному отвечают на потребности пользователей. 2ГИС позиционирует себя как сервис с повышенной точностью локальной геометрии и «последней мили», что особенно важно для курьерских и сервисных компаний, тогда как Яндекс Карты доминируют в массовых транспортных сценариях благодаря глубокой интеграции с пробочной обстановкой, такси и общественным транспортом (Таблица 2) [4].

Таблица 2
JTBD для сценария «навигация и транспорт».

Элемент	2ГИС	Yandex Maps
Функциональная job	Построить точный маршрут с учётом дворов и подъездов [6,11].	Построить оптимальный маршрут с учётом пробок и транспорта [3,6,11].
Эмоциональная job	Избежать «потеряться» во дворах, сохранить профессиональную репутацию [6].	Чувствовать контроль над ситуацией в сложных транспортных условиях [6].
Социальная job	Поддерживать образ надёжного курьера/специалиста [6].	«Ездить как все», пользуясь популярным сервисом [6].
Контекст	Локальные города, B2B-логистика, сервисные выезды [6].	Массовые городские поездки, мульти-модальная мобильность [4,6,11].
Критерии успеха	Минимум ошибок в адресации, устойчивая работа офлайн [6,11].	Точность ETA, актуальность пробок, удобство связки с сервисами [3,6,11].

CJM-фрагменты демонстрируют, что на этапе планирования и навигации 2ГИС создаёт дополнительную ценность для пользователей, сталкивающихся со сложной городской геометрией, а Яндекс Карты — для пользователей, для которых критичны точность прогнозируемого времени прибытия и удобство сочетания видов транспорта [3]. На уровне Double Diamond это означает, что 2ГИС в фазе Develop уделяет особое внимание качеству карт и офлайн-режиму, тогда как Яндекс Карты инвестируют в алгоритмические улучшения прогнозов и интеграцию с транспортными сервисами [11].

Метрики навигации включают долю использования сервиса, среднее отклонение фактического времени поездки от прогноза (ETA-ошибка), долю маршрутов с использованием интеграций (такси, общественный транспорт, каршеринг). Доминирование Яндекс Карт по доле рынка и глубине интеграции с транспортными сервисами подчёр-

кивает их стратегию экосистемного лидера, в то время как 2ГИС остаётся значимым игроком в сегменте B2B-логистики и «точной локальной навигации» [11].

B2B/B2G-интеграции и API-экосистемы

Третий блок эмпирических результатов посвящён конкуренции 2ГИС и Яндекс Карт в B2B/B2G-сегменте, где навигационные сервисы выступают инфраструктурными компонентами корпоративных и государственных цифровых решений [6]. JTBD-анализ фокусируется на «работах» заказчиков по встраиванию картографических данных и функций навигации в собственные системы, приложения и аналитические решения [6] (Таблица 3).

Таблица 3

JTBD для сценария «встраивание навигации в корпоративные и государственные системы»

Элемент	2ГИС	Yandex Maps
Функциональная job	Интегрировать точные локальные карты и каталоги в B2B-системы.	Интегрировать масштабируемую навигацию с доступом к сервисам экосистемы.
Эмоциональная job	Снизить риски сбоев и ошибок в адресации.	Обеспечить соответствие «большим» стандартам и ожиданиям рынка.
Социальная job	Поддерживать образ «локального эксперта» и партнёра для МСП.	Демонстрировать сотрудничество с крупной цифровой экосистемой.
Контекст	МСП, локальные B2G-проекты, региональные интеграции.	Крупные корпорации, федеральные и городские платформы.
Критерии успеха	Гибкость лицензирования, качество локальных данных, поддержка.	Масштабируемость, зрелость API, экосистемная ценность.

CJM-фрагменты на стороне заказчика (выбор решения, пилот, внедрение, эксплуатация) показывают, что 2ГИС конкурирует через качество локальных данных, гибкость условий и ориентацию на МСП и региональные проекты, тогда как Яндекс Карты предлагают широкую экосистемную ценность и стандартные форматы взаимодействия для крупных корпоративных и государственных заказчиков [4]. В терминах Double Diamond, для обеих компаний Deliver-фаза в B2B/B2G контексте связана с институциональными и инфраструктурными эффектами, что сближает анализ с исследованиями институционализации цифровой торговли и платёжной среды [10, с. 8].

Обсуждение

Полученные результаты подтверждают, что интеграция Double Diamond, JTBD и CJM позволяет описывать конкуренцию цифровых сервисов на нескольких уровнях: пользовательском (работы и путь клиента), продуктовом (функциональность и UX), институционально-экосистемном (B2B/B2G-интеграции, платформенные стратегии). Такой многослойный анализ соответствует современным подходам к исследованию цифровой экономики, где внимание уделяется не только индивидуальному поведению, но и структуре платформ, экосистем и институтов, регулирующих их развитие [1].

Кейс 2ГИС и Яндекс Карт демонстрирует, что различия в JTBD-фокусе и CJM-профиле (локальный B2B-поиск и «последняя миля» против экосистемной навигации и мультисервисных сценариев) трансформируются в различные стратегии участия в цифровой экономике: «локальный B2B-специалист» и «экосистемный национальный лидер». Эти стратегии вписываются в более широкий контекст институциональных изменений цифровой торговли и платёжной среды, описанный в работах Калужского и других исследователей цифровой экономики [4, с. 59].

С практической точки зрения предложенный методический каркас может использоваться в докторантских и прикладных исследованиях по цифровой экономике, менеджменту и бизнес-информатике, а также в учебных курсах российских университетов [10]. Для платформ и экосистем он задаёт структурированный подход к анализу пользовательских «работ» и пути клиента, привязанный к этапам продуктового процесса Double Diamond.

Заключение

Интеграция Double Diamond, JTBD и CJM формирует целостный методический подход к исследованию цифровых сервисов в контексте цифровой экономики. На примере конкуренции 2ГИС и Яндекс Карт показано, что использование Double Diamond позволяет связать стадии Discover–Define–Develop–Deliver с конкретными практиками сбора данных, формулировки задач, проектирования решений и их масштабирования, а JTBD и CJM — описать различия в пользовательском опыте и стратегиях создания ценности [6]. Эмпирические результаты демонстрируют, что конкуренция разворачивается одновременно на уровнях локального B2B-поиска, массовых транспортных сценариев и B2B/B2G-интеграций, что отражает различные модели участия в цифровой экономике и экосистемной конкуренции.

Литература

1. Дефицит ИТ-кадров: глобальные тренды, национальные меры. Аналитический обзор. Ноябрь 2022 // Минцифры России [Электронный ресурс]. – URL: https://files.data-economy.ru/Docs/Deficit_IT_kadrov_globalnye_trendy.pdf (дата обращения: 17.01.2026).
2. Что такое JTBD и почему это важно в современном маркетинге [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://developers.sber.ru/help/business-development/job-te-be-done (дата обращения: 17.01.2026).
3. Christensen C., Hall T., Dillon K., Duncan D. Competing against luck: the story of innovation and customer choice. – New York: Harper Business, 2016.
4. Калужский М. Л. Институционализация цифровой торговли в Российской Федерации: обратный отсчет // Информационное общество. – 2023. – № 6. С. 59-66. – DOI: 10.52605/16059921_2022_06_59
5. Метод Jobs-to-be-Done: Анализ потребностей – Исследование и анализ [Электронный ресурс]. – URL: https://dtcenter.ru/library/jobs-to-be-done (дата обращения: 17.01.2026).
6. Ulwick A. What customers want: using outcome-driven innovation to create breakthrough products and services. – New York: McGraw-Hill, 2005.
7. Образовательная программа «Управление бизнесом в цифровой экономике» - обучение в магистратуре в Национальном исследовательском технологическом университете (НИТУ) МИСИС [Электронный ресурс]. – URL: https://misis.ru/applicants/admission/magistracy/faculties/menedgmentmage upp/bizuprav/ (дата обращения: 17.01.2026).
8. Как использовать фреймворк JTBD в разработке IT-продукта: пошаговая инструкция // Russian Business [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: https://rb.ru/columns/kak-ispolzovat-frejmvork-jtbd-v-razrabotke-it-produkta-poshagovaya-instrukciya/ (дата обращения: 17.01.2026).
9. Карта работ (Job Map) в JTBD [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: https://blog.productfocus.ru/jtbd-job-map/ (дата обращения: 17.01.2026).
10. Калужский М. Л. Институционализация платежной среды электронной коммерции в России // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 2 (188). – С. 8-19. – DOI: 10.13140/RG.2.1.1194.2884
11. Double Diamond: a universally accepted depiction of the design process // Design Council [Электронный ресурс]. – URL: https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/ (дата обращения: 17.01.2026).

The impact of product research methodologies in the digital economy: a case study of navigation services

Star I.A.

Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The aim of this article is to substantiate an integrated methodological approach to the study of digital services based on a combination of the Double Diamond framework, the Jobs to Be Done (JTBD) methodology, and the Customer Journey Map (CJM) in the context of the digital economy. For digital platforms and ecosystems, improving the quality of product solutions through an in-depth analysis of user needs, the context of use, and the customer journey is becoming critical, which is especially noticeable in the example of navigation services. A process framework is proposed within which the Double Diamond defines the structure of research and development, JTBD provides a conceptualization of user "jobs," and CJM allows for the visualization of the customer journey and points of value creation. The empirical part is based on the analysis of the navigation services market (Google Maps, Yandex Maps, 2GIS), competitive and JTBD analytics data, as well as fragments of the CJM for key scenarios (local business search, navigation, B2B/B2G integration). The practical significance of the work lies in the possibility of applying the proposed approach in the development and improvement of digital services and in doctoral research on the digital economy.

Keywords**:** digital economy, product research, Double Diamond, Jobs to Be Done, Customer Journey Map, navigation services, platform competition.

References

1. IT personnel shortage: global trends, national measures. Analytical review. November 2022 // Ministry of Digital Development of the Russian Federation [Electronic resource]. – URL: https://files.data-economy.ru/Docs/Deficit_IT_kadrov_globalnye_trendy.pdf (date of access: 17.01.2026).
2. What is JTBD and why is it important in modern marketing [Electronic resource]. – 2025. – URL: https://developers.sber.ru/help/business-development/job-te-be-done (date of access: 17.01.2026).

3. Christensen C., Hall T., Dillon K., Duncan D. Competing against luck: the story of innovation and customer choice. – New York: Harper Business, 2016.
4. Kaluzhsky M. L. Institutionalization of digital trade in the Russian Federation: countdown // Information society. – 2023. – No. 6. P. 59-66. – DOI: 10.52605/16059921_2022_06_59
5. Jobs-to-be-Done method: needs analysis – research and analysis [Electronic resource]. – URL: https://dtcenter.ru/library/jobs-to-be-done (date of access: 17.01.2026).
6. Ulwick A. What customers want: using outcome-driven innovation to create breakthrough products and services. – New York: McGraw-Hill, 2005.
7. The educational program "Business Management in the Digital Economy" is a master's program at the National University of Science and Technology (NUST) MISIS [Electronic resource]. – URL: https://misis.ru/applicants/admission/magistracy/faculties/menedgmentmageupp/bizupprav/ (date of access: 17.01.2026).
8. How to use the JTBD framework in IT product development: step-by-step instructions // Russian Business [Electronic resource]. – 2023. – URL: https://rb.ru/columns/kak-ispolzovat-frejmvork-jtbd-v-razrabotke-it-produkta-poshagovaya-instrukciya/ (date of access: 17.01.2026).
9. Job Map in JTBD [Electronic resource]. – 2025. – URL: https://blog.productfocus.ru/jtbd-job-map/ (date of access: 17.01.2026).
10. Kaluzhsky M. L. Institutionalization of the payment environment of e-commerce in Russia // Financial Analytics: Science and Experience. – 2014. – No. 2 (188). – P. 8-19. – DOI: 10.13140/RG.2.1.1194.2884
11. Double Diamond: a universally accepted depiction of the design process // Design Council [Electronic resource]. – URL: https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond/ (date of access: 17.01.2026).

Искусственный интеллект как драйвер цифровой трансформации агропромышленного комплекса

Бутова Татьяна Витальевна
доктор экономических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, tvbratarchuk@fa.ru

Артемьев Олег Германович
кандидат экономических наук, Российский университет кооперации, aolegik@mail.ru

Помпаева Светлана Николаевна
соискатель, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, pomplana@yandex.ru

Коренко Юлия Михайловна
кандидат экономических наук, доцент, Государственный университет управления, ju.korenko@mail.ru

Предмет статьи составляет искусственный интеллект как технологическая и управленческая основа цифровой трансформации агропромышленного комплекса. Актуальность темы связана с переходом аграрного производства к работе с большими данными, цифровыми платформами, системами точного земледелия, компьютерным зрением и интеллектуальной поддержкой решений. Цель статьи – раскрыть, каким образом искусственный интеллект меняет производственные, организационные и институциональные параметры развития АПК. Научная новизна состоит в аналитической систематизации функций ИИ в цифровой трансформации отрасли через четыре взаимосвязанных уровня: сбор и интеграция данных, прогнозирование, поддержка решений, нормативно-организационное обеспечение внедрения. Методологическую основу составили анализ научных публикаций, сравнительный анализ, классификация, обобщение и логико-аналитический синтез. Источниковая база охватывает русскоязычные исследования 2022–2025 гг., посвященные цифровизации АПК, ИИ в сельском хозяйстве, региональной готовности, инфраструктурным ограничениям и правовому регулированию. Практическая полезность результатов связана с уточнением направлений внедрения ИИ на уровне предприятий, регионов и отраслевой политики.
Ключевые слова: искусственный интеллект, агропромышленный комплекс, цифровая трансформация, точное земледелие, большие данные, компьютерное зрение, цифровая инфраструктура, интеллектуальная поддержка решений, агротехнологии, правовое регулирование.

Агропромышленный комплекс переходит от фрагментарного использования цифровых инструментов к более сложной модели управления, где производственные, логистические, финансовые и природно-климатические данные связываются в единую аналитическую среду. Для сельского хозяйства такая перестройка имеет особое значение: аграрное производство зависит от почвенных условий, погоды, состояния техники, биологических циклов, качества семенного и племенного материала, уровня кадровой подготовки, доступности инвестиций и устойчивости каналов сбыта. Искусственный интеллект усиливает цифровую трансформацию АПК за счет обработки больших массивов разнородной информации, распознавания объектов, прогнозирования урожайности, выявления болезней растений и животных, оптимизации полива, кормления, логистики, технического обслуживания и принятия управленческих решений.

Актуальность исследования определяется разрывом между технологическим потенциалом ИИ и фактической готовностью аграрных предприятий к его широкому применению. Крупные хозяйства быстрее переходят к цифровым платформам, сенсорным системам и интеллектуальной аналитике, тогда как малые и средние производители чаще ограничиваются готовыми сервисами и не формируют полноценную цифровую архитектуру управления. Дополнительные ограничения создают дефицит специалистов, неодинаковое качество цифровой инфраструктуры в регионах, зависимость от импортных решений, слабая совместимость данных и неопределенность правовых режимов применения ИИ.

Источниковую базу исследования сформировали современные русскоязычные работы по цифровизации и применению ИИ в АПК. Н.В. Денисова и Д.В. Проскура [1] исследуют цифровую трансформацию российского АПК через призму инновационного развития, платформенных решений, инвестиций и кадровых ограничений. Г.М. Зинчук и М.В. Ефимова [2] раскрывают направления использования ИИ в агропромышленной сфере регионов, уделяя внимание компьютерному зрению, интеллектуальной поддержке решений, ведомственной координации и региональной дифференциации.

К.А. Карпекин, А.М. Саиданхари и Н.А. Ринас [3] анализируют цифровое преображение АПК Российской Федерации, фиксируя проблемы и перспективы модернизации отрасли. Л.М. Корнилова и П.А. Иванов [4] рассматривают готовность АПК Чувашской Республики к цифровой трансформации, что позволяет учесть региональный уровень внедрения технологий. Ю.А. Лепехина и Е.Ю. Грасс [5] систематизируют тренды и проблемы цифрового развития российского АПК, включая цифровые решения в производстве, животноводстве, логистике и управлении. В.В. Леушкина [6] обосновывает связь цифровизации АПК с конкурентоспособным инновационным развитием. Ю.А. Мирошниченко, П.П. Гамаюнов и С.Д. Фомин [7] описывают цифровую трансформацию АПК через современные технологические решения и механизмы отраслевой модернизации. Н.Р. Парпиева [8] рассматривает направления цифровизации АПК через ИИ, IoT, большие данные и автоматизированные системы управления. С.Г. Пьянкова, О.Т. Ергунова и И. Хуан [9] анализируют ИИ как драйвер агротехнологий России и Китая, связывая цифровизацию с государственной аграрной политикой, инфраструктурой и институциональным партнерством. А.В. Свецкий [10] исследует правовое регулирование ИИ в агропромышленном комплексе и перспективы его применения.

Искусственный интеллект в цифровой трансформации АПК выполняет функцию перехода от простой автоматизации операций к управлению на основе данных. Если ранние формы цифровизации сводились преимущественно к учету, документообороту и внедрению отдельных программных продуктов, то современная стадия требует интеграции производственных, природных, экономических и технических данных. В работе Н.В. Денисовой и Д.В. Проскуры цифровая трансформация АПК раскрыта через внедрение цифровых технологий и платформенных решений, которые позволяют повысить эффективность производства, качество продукции и устойчивость сельскохозяйственной деятельности [1]. В.В. Леушкина связывает цифровизацию с конкурентоспособным инновационным развитием, подчеркивая, что технологическое обновление аграрного сектора меняет экономическую модель предприятий [6]. Ю.А. Мирошниченко, П.П. Гамаюнов и С.Д. Фомин рассматривают цифровую трансформацию АПК как процесс внедрения решений, направленных на обновление производственного и управленческого контура отрасли [7].

ИИ усиливает данный процесс за счет способности работать с массивами данных, которые не поддаются ручной обработке в пределах обычного управленческого цикла. В растениеводстве такие данные поступают из спутникового мониторинга, беспилотных летательных аппаратов, датчиков влажности и состава почвы, метеостанций, машинно-тракторного парка и учетных систем. В животноводстве источниками служат датчики активности, системы контроля кормления, ветеринарные данные, показатели продуктивности и сведения о микроклимате помещений. В логистике и переработке ИИ получает данные о запасах, сроках хранения, маршрутах, загрузке транспорта, производственных графиках и спросе. Такое объединение данных создает основу для прогнозирования, предупреждения отклонений и более точного распределения ресурсов.

На уровне конкретных технологий авторы выделяют несколько направлений применения ИИ. Г.М. Зинчук и М.В. Ефимова указывают на компьютерное зрение и интеллектуальные системы поддержки принятия решений как наиболее заметные технологии ИИ в агропромышленной сфере России [2]. Компьютерное зрение позволяет распознавать состояние посевов, выявлять сорные растения, оценивать болезни и повреждения, контролировать качество продукции, анализировать состояние животных. Интеллектуальные системы поддержки решений связывают данные мониторинга с рекомендациями по срокам посева, внесения удобрений, полива, уборки, профилактики заболеваний и расходования кормов. Н.Р. Парпиева рассматривает ИИ наряду с IoT, большими данными и автоматизированными системами управления, что позволяет трактовать интеллектуальные алгоритмы как часть более широкой цифровой архитектуры АПК [8]. А.В. Свецкий показывает, что применение ИИ в агропромышленном комплексе связано не только с технологической эффективностью, но и с правовыми вопросами, включая пределы использования, ответственность и регулирование [10].

По материалам рассмотренных источников функции ИИ в АПК целесообразно разделить на четыре уровня. Первый уровень связан со сбором и нормализацией данных: цифровые платформы, сенсоры, геоинформационные системы, учет техники, данные о земле, поголовье, запасах и производственных операциях. Второй уровень охватывает аналитическую обработку: прогноз урожайности, выявление рисков, оценку продуктивности, моделирование потребности в ресурсах, расчет логистических параметров. Третий уровень связан с операционными решениями: автоматизированный полив, точечное внесение средств защиты растений, настройка кормления, планирование ремонтов, распределение техники. Четвертый уровень относится к управлению отраслью и правовому сопровождению: цифровое планирование, субсидирование, мониторинг эффективности, регулирование оборота данных, оценка рисков применения ИИ. Такая группировка показывает, что ИИ не заменяет цифровую инфраструктуру, а работает поверх нее, превращая данные в управленческие действия.

Региональная готовность выступает одним из условий внедрения ИИ. Л.М. Корнилова и П.А. Иванов на материале АПК Чувашской Республики рассматривают цифровую трансформацию через степень готовности отрасли к переходу на новые технологии [4]. Такой подход позволяет увидеть, что цифровая трансформация имеет неравномерный характер: одни регионы обладают развитой инфраструктурой, кадрами и инвестиционными возможностями, другие сталкиваются с ограниченной технической базой и дефицитом компетенций. Г.М. Зинчук и М.В. Ефимова связывают дифференциацию внедрения ИИ с состоянием сельских территорий, возрастной структурой населения, уровнем компьютерной грамотности и технической оснащенности [2]. На практике это означает, что внедрение ИИ нельзя свести к закупке программного обеспечения; отрасли требуется кадровая, инфраструктурная и организационная подготовка.

Ю.А. Лепехина и Е.Ю. Грасс фиксируют более широкий набор направлений цифрового развития АПК: переход на отечественное программное обеспечение, разработку MES-систем, цифровые продукты для логистики, платформенные решения, поддержку стартапов, развитие инструментов учета и анализа отраслевых данных [5]. Эти направления показывают, что ИИ в АПК развивается не изолированно, а в связке с цифровой промышленной архитектурой. MES-системы позволяют контролировать производственные процессы в режиме реального времени, цифровая логистика снижает потери в цепочках поставок, платформенные решения упрощают взаимодействие производителей, государства, банков, поставщиков и покупателей. ИИ в такой системе выполняет аналитическую функцию: он выявляет закономерности, рассчитывает сценарии, предупреждает о рисках и предлагает варианты решений.

С.Г. Пьянкова, О.Т. Ергунова и И. Хуан рассматривают ИИ как драйвер агротехнологий на материале России и Китая, связывая цифровизацию с инфраструктурой, государственной поддержкой, IoT, точным земледелием и межгосударственным взаимодействием [9]. Данный источник особенно значим для понимания институциональной стороны трансформации. Опыт стран с более развитой цифровой инфраструктурой показывает, что ИИ быстрее внедряется при наличии телекоммуникационных сетей, доступных платформ, устойчивого финансирования, технологических партнерств и согласованной аграрной политики. Для российского АПК это означает потребность в связке между цифровой инфраструктурой, отраслевой наукой, государственными программами и коммерческими агротехнологическими проектами.

К.А. Карпекин, А.М. Саиданхари и Н.А. Ринас рассматривают цифровое преображение АПК Российской Федерации через проблемы и перспективы развития [3]. В сопоставлении с работами Ю.А. Лепехиной и Е.Ю. Грасс, Н.Р. Парпиевой, Г.М. Зинчук и М.В. Ефимовой формируется единый набор ограничений: недостаточное развитие цифровой инфраструктуры, нехватка инвестиций, слабая цифровая подготовка части сельхозпроизводителей, фрагментарность данных, риски кибербезопасности, правовая неопределенность и зависимость от импортных технологий [2; 3; 5; 8; 10]. Перечисленные ограничения различаются по природе. Инфраструктурные препятствуют сбору данных, кадровые затрудняют эксплуатацию систем, финансовые ограничивают масштаб внедрения, правовые создают неопределенность в вопросах ответственности, а технологические снижают совместимость решений.

Наиболее продуктивным направлением внедрения ИИ выступает не замена агронома, инженера или управленца алгоритмом, а усиление профессионального решения. ИИ способен быстрее обнаружить отклонение, посчитать сценарий и предложить вариант действия, но хозяйственная интерпретация зависит от знания культуры, почвы, климата, состояния техники, финансовых ограничений и производственной стратегии предприятия. Поэтому цифровая трансформация АПК требует не только программных решений, но и изменения управленческих процедур: предприятиям приходится описывать процессы, очищать данные, задавать правила доступа, обучать персонал, контролировать качество рекомендаций и формировать ответственность за их применение.

Проведенный анализ позволяет определить ИИ как драйвер цифровой трансформации АПК в трех измерениях. В производственном измерении он повышает точность агротехнологических операций и снижает неопределенность при управлении биологическими процессами. В организационном измерении он связывает разрозненные данные предприятия в управленческую систему. В институциональном измерении он требует развития инфраструктуры, кадровой подготовки, правового регулирования и механизмов государственной поддержки. При отсутствии хотя бы одного из этих условий ИИ остается набором отдельных сервисов, а не основой цифровой перестройки отрасли.

Рассмотренные источники сходятся в том, что цифровая трансформация АПК не сводится к технологическому обновлению оборудования. Более точная интерпретация связывает ее с изменением способа управления отраслью: данные становятся регулярным ресурсом принятия решений, а алгоритмы – инструментом переработки этих данных в производственные и организационные действия. В этом смысле ИИ усиливает уже начатые процессы цифровизации, но не устраняет зависимость отрасли от инфраструктуры, кадров, инвестиций и регулирования.

В исследованиях экономического профиля преобладает интерес к эффективности, конкурентоспособности, инвестициям и цифровой зрелости предприятий. Авторы, работающие с региональной проблематикой, сильнее акцентируют внимание на различиях между субъектами и сельскими территориями. Работы, ориентированные на правовую тематику, поднимают вопрос допустимых пределов использования ИИ, ответственности за решения и регулирования данных. Тема ИИ в АПК находится на пересечении экономики, аграрной науки, управления, права и цифровых технологий. Одной дисциплинарной рамки для ее описания недостаточно.

Сопоставление подходов выявляет методологическую трудность: часть публикаций описывает цифровизацию через перечень технологий, другая часть – через институциональные условия, третья – через барьеры внедрения. При раздельном анализе эти подходы дают неполную картину. Перечень технологий не объясняет, почему одинаковые решения дают разный эффект в регионах и хозяйствах. Описание барьеров без технологической детализации не показывает, какие именно элементы цифровой архитектуры страдают от нехватки инфраструктуры или кадров. Институциональный анализ без производственного уровня недостаточно раскрывает связь между государственной политикой и результатами конкретного предприятия.

Наиболее существенная лакуна связана с оценкой фактического эффекта ИИ на уровне сельскохозяйственных организаций. Во многих исследованиях присутствует вывод о потенциале цифровых технологий, но

меньше внимания уделено сопоставимым показателям окупаемости, снижению потерь, точности прогнозов, качеству управленческих решений и устойчивости хозяйств после внедрения ИИ. Причина состоит в неоднородности аграрного производства: результаты зависят от культуры, региона, масштаба хозяйства, качества исходных данных, уровня автоматизации и подготовки персонала. Универсальная оценочная шкала пока не сложилась.

Ограничение применимости выводов связано с тем, что АПК объединяет различные подотрасли. Растениеводство, животноводство, переработка, хранение, логистика и сбыт предъявляют разные требования к данным и алгоритмам. Например, компьютерное зрение в растениеводстве решает задачи распознавания посевов, сорняков и болезней, а в животноводстве – задачи контроля поведения, продуктивности и состояния животных. Логистические алгоритмы опираются на иные данные: маршруты, сроки хранения, температурные режимы, загрузку складов и спрос. Поэтому обобщение по всему АПК требует осторожности.

Отдельного внимания заслуживает правовая сторона внедрения ИИ. Чем больше управленческих решений передают интеллектуальным системам, тем острее возникает вопрос ответственности за ошибочный прогноз, неверную рекомендацию, нарушение прав на данные или ущерб от автоматизированного действия. Для аграрного сектора эта проблема имеет прикладной характер: ошибка в прогнозе полива, обработки посевов, ветеринарной профилактики или логистики способна привести к материальным потерям. Правовое регулирование должно учитывать не только разработчика алгоритма, но и владельца данных, оператора системы, сельхозпроизводителя и государственные информационные платформы.

Исследовательская перспектива связана с переходом от описания цифровизации к изучению качества цифровой трансформации. Для дальнейшей разработки темы требуется анализ жизненного цикла данных в АПК: кто их собирает, кто проверяет, кто хранит, кто получает доступ, кто несет ответственность за ошибку, как обновляются модели, как проверяется обоснованность рекомендаций. Без такого анализа ИИ рискует остаться внешним технологическим приложением к аграрному производству, а не устойчивым механизмом управления.

В результате проведённого исследования определено, что ключевыми направлениями применения искусственного интеллекта в агропромышленном комплексе выступают компьютерное зрение, интеллектуальная поддержка управленческих решений, прогнозирование урожайности, управление ресурсами, точное земледелие, мониторинг состояния растений и животных, цифровая логистика и платформенное управление, что позволяет усилить производственные процессы за счёт обработки данных, выявления отклонений и расчёта различных сценариев.

Вместе с тем внедрение интеллектуальных технологий сдерживается рядом ограничений разной природы: неравномерностью цифровой инфраструктуры, дефицитом профильных компетенций, ограниченностью инвестиций, региональной дифференциацией, фрагментарностью данных, рисками кибербезопасности, зависимостью от программно-технических решений и недостаточной определённостью правового регулирования, что требует согласованных мер на уровне предприятий, регионов и отраслевой политики.

Систематизация уровней цифровой трансформации АПК позволяет выделить последовательные этапы - от сбора данных до операционного управления производственными процессами и институционально-правового сопровождения. Таким образом, искусственный интеллект становится драйвером развития агропромышленного комплекса только при условии органичного соединения цифровой инфраструктуры, производственных данных, управленческих решений и адекватной нормативно-организационной среды.

Литература

1. Денисова Н. В. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса России как инструмент инновационного развития / Н. В. Денисова, Д. В. Проскура // Вестник Евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № s6. – С. 1–9. – DOI: 10.15862/22FAVN623.
2. Зинчук Г. М. Проблемы внедрения искусственного интеллекта в агропромышленной сфере регионов России / Г. М. Зинчук, М. В. Ефимова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 12. – С. 4899–4912.
3. Карпекин К. А. Цифровое преображение агропромышленного комплекса Российской Федерации: проблемы и перспективы / К. А. Карпекин, А. М. Саиданхари, Н. А. Ринас // Прикладные экономические исследования. – 2025. – № 2. – С. 106–113.
4. Корнилова Л. М. Цифровая трансформация и готовность к ней агропромышленного комплекса Чувашской Республики / Л. М. Корнилова, П. А. Иванов // Аграрная наука. – 2022. – № 11 (364). – С. 160–164.
5. Лепехина Ю. А. Состояние, основные тренды и проблемы цифрового развития агропромышленного комплекса Российской Федерации / Ю. А. Лепехина, Е. Ю. Грасс // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 10 (148). – С. 1–10.
6. Леушкина В. В. Цифровизация агропромышленного комплекса: основной элемент повышения конкурентоспособного инновационного развития / В. В. Леушкина // Вопросы инновационной экономики. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 2329–2340. – DOI: 10.18334/vinec.12.4.116615.
7. Мирошниченко Ю. А. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса / Ю. А. Мирошниченко, П. П. Гамаюнов, С. Д. Фомин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 2 (80). – С. 465–471. – DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-49.
8. Парпиева Н. Р. Цифровая трансформация АПК: новые вызовы и возможности / Н. Р. Парпиева // Вопросы отраслевой экономики. – 2025. – № 1 (9). – С. 65–72. – DOI: 10.24888/2949-2793-2025-9-65-72.
9. Пьянкова С. Г. Искусственный интеллект как драйвер агротехнологий России и Китая: государственная аграрная политика, институциональное партнерство, проекты и стратегии / С. Г. Пьянкова, О. Т. Ергунова, И. Хуан // Экономика региона. – 2025. – Т. 21, вып. 3. – С. 773–785. – DOI: 10.17059/ekon.reg.2025-3-14.
10. Свецкий А. В. Искусственный интеллект в агропромышленном комплексе: проблемы правового регулирования и перспективы использования / А. В. Свецкий // Сельское хозяйство. – 2025. – № 1. – С. 24–38.

Artificial intelligence as a driver for digital transformation in the agro-industrial complex

Butova T.V., Artemyev O.G., Pompaeva S.N., Korenko Yu.M.

Financial University under the Government of the Russian Federation Russian University of Cooperation, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, State University of Management

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

This article examines artificial intelligence as a technological and managerial foundation for the digital transformation of the agro-industrial complex. This topic is relevant given the agricultural industry's transition to big data, digital platforms, precision farming systems, computer vision, and intelligent decision support. The article aims to uncover how artificial intelligence is changing the production, organizational, and institutional parameters of agro-industrial development. The scientific novelty lies in the analytical systematization of AI functions in the industry's digital transformation across four interconnected levels: data collection and integration, forecasting, decision support, and regulatory and organizational implementation support. The methodological basis is comprised of an analysis of scientific publications, comparative analysis, classification, generalization, and logical-analytical synthesis. The source database covers Russian-language research from 2022–2025 on the digitalization of the agro-industrial complex, AI in agriculture, regional readiness, infrastructure constraints, and legal regulation. The practical utility of the results lies in clarifying the areas of AI implementation at the enterprise, regional, and industry policy levels.

Keywords: artificial intelligence, agro-industrial complex, digital transformation, precision farming, big data, computer vision, digital infrastructure, intelligent decision support, agricultural technologies, legal regulation.

References

1. Denisova, N. V. Digital Transformation of the Russian Agro-Industrial Complex as a Tool for Innovative Development / N. V. Denisova, D. V. Proskura // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - Vol. 15, No. s6. - Pp. 1–9. - DOI: 10.15862/22FAVN623.
2. Zincuk, G. M. Problems of Implementing Artificial Intelligence in the Agro-Industrial Sphere of Russian Regions / G. M. Zincuk, M. V. Efimova // Creative Economy. - 2023. - Vol. 17, No. 12. - Pp. 4899–4912. - DOI: 10.18334/ce.17.12.119930.
3. Karpekin K. A. Digital transformation of the agro-industrial complex of the Russian Federation: problems and prospects / K. A. Karpekin, A. M. Saidankhari, N. A. Rinas // Applied economic research. - 2025. - No. 2. - Pp. 106-113. - DOI: 10.47576/2949-1908.2025.2.2.012.
4. Kornilova L. M. Digital transformation and readiness for it of the agro-industrial complex of the Chuvash Republic / L. M. Kornilova, P. A. Ivanov // Agrarian science. - 2022. - No. 11 (364). - Pp. 160-164. – DOI: 10.32634/0869-8155-2022-364-11-160-164.
5. Lepekhina Yu. A. Status, Main Trends, and Challenges of Digital Development of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation / Yu. A. Lepekhina, E. Yu. Grass // International Research Journal. – 2024. – No. 10 (148). – Pp. 1–10. – DOI: 10.60797/IRJ.2024.148.71.
6. Leushkina V. V. Digitalization of the Agro-Industrial Complex: The Key Element for Improving Competitive Innovative Development / V. V. Leushkina // Issues of Innovative Economics. – 2022. – Vol. 12, No. 4. – Pp. 2329–2340. – DOI: 10.18334/vinec.12.4.116615.
7. Miroshnichenko Yu. A. Digital transformation of the agro-industrial complex / Yu. A. Miroshnichenko, P. P. Gamayunov, S. D. Fomin // News of the Nizhnevolzhsky Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. – 2025. – No. 2 (80). – P. 465–471. – DOI: 10.32786/2071-9485-2025-02-49.
8. Parpieva N. R. Digital transformation of the agro-industrial complex: new challenges and opportunities / N. R. Parpieva // Issues of Industry Economics. – 2025. – No. 1 (9). – P. 65–72. – DOI: 10.24888/2949-2793-2025-9-65-72.

К вопросу о предиктивном обслуживании промышленного оборудования посредством DATA SCIENCE

Майоров Евгений Евгеньевич
канд. техн. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), majorov_ee@mail.ru

Современное промышленное производство генерирует огромные массивы данных, которые могут быть использованы для перехода от регламентного обслуживания к обслуживанию по факту состояния. Настоящая работа посвящена анализу применения методов Data Science в задачах предиктивного обслуживания промышленного оборудования. Целью статьи является систематизация современных подходов к обработке данных и построению прогнозных моделей, а также выявление ключевых барьеров на пути к их практической имплементации. Рассматриваются основные алгоритмы машинного и глубокого обучения, доказавшие свою эффективность в диагностике и прогнозировании отказов. Также она фокусируется на актуальных вызовах: обеспечении качества данных, работа с шумами и пропусками, объяснимость решений для инженерного персонала, а также кибербезопасность предиктивных систем. На основе анализа текущего состояния дел предложено видение перспектив развития предиктивного обслуживания, связанных с интеграцией моделей в цифровые двойники и адаптацией алгоритмов к изменяющимся условиям эксплуатации в реальном времени.

Ключевые слова: предиктивная аналитика, техническое обслуживание, машинное обучение, промышленный интернет вещей, большие данные, надежность оборудования.

Введение

В эпоху четвертой промышленной революции объем данных, генерируемых производственными линиями, растет быстрыми темпами. [1]. Исследования этого вопроса требует внимательного изучения переходного процесса от регламентного к предиктивному обслуживанию производственных мощностей [2]. Исследователи особое внимание уделяют сценариям интеграции совокупности физических и виртуальных ресурсов, которые поддерживают потоки информации в бизнес-процессах, где важны не только точность и скорость, но и вопросы конфиденциальности данных, воспроизводимости ответов и контроля поведения модели [3]. Несмотря на большие потоки данных, разрыв между их наличием и реальным прогнозированием отказов остается значительным. Поэтому представляет собой комплексное аналитическое исследование, направленное на анализ разрозненных знаний в области применения Data Science для предиктивного обслуживания и выявления слабых звеньев, препятствующих массовому внедрению этих технологий.

Цель работы состояла в исследовании DATA SCIENCE при предиктивном обслуживании промышленного оборудования.

Постановка задачи

Проанализировать методологию DATA SCIENCE, проблематику перехода от экспериментальных образцов к промышленной эксплуатации, перспективы развития этого направления.

Data Science в задачах предиктивной диагностики

Фундаментальной основой в задачах предиктивной диагностики выступает инфраструктура сбора и обработки данных, формирующая базу данных от источника до аналитической модели [4]. В настоящее время технологические агрегаты оснащаются программируемыми логическими контроллерами, передающими телеметрическую информацию в промышленную интернет вещей-инфраструктуру посредством разных стандартизированных протоколов. Основными параметрами контроля выступают вибрационные характеристики, температурные поля, токовые нагрузки, давление в гидравлических системах и акустические сигналы.

Однако первоначальные массивы данных непригодны для непосредственного использования в алгоритмах обучения. Необходим этап предварительной обработки, который включает процедуры фильтрации стохастических шумов и элиминации статистических выбросов, интерполяцию пропущенных значений, неизбежных при временных нарушениях каналов связи, а также нормализацию и агрегацию данных с целью приведения к единому масштабу и частотному диапазону [5]. Важно определять кратковременные нештатные режимы эксплуатации, не обусловленные процессами устаревания оборудования.

С увеличением вычислительных мощностей и накоплением больших массивов данных глубокого обучения на передний план выходят подходы, которые демонстрируют высокую точность. Стандартом для прогнозирования временных рядов стали рекуррентные нейронные сети, которые обеспечили возможность моделирования долгосрочных зависимостей в последовательностях данных. Например, LSTM-архитектуры эффективно аппроксимируют процессы деградации, обучаясь на хронологических выборках сенсорных показаний. Ряд исследований подтверждает перспективность комбинирования LSTM с байесовскими методами для непрерывной адаптации моделей к стохастическим изменениям условий эксплуатации. Сверточные нейронные сети (CNN) применяются для анализа сложных форм поверхностей на голографических интерферограммах, представленных в виде двумерных изображений, а также в составе гибридных архитектур (CNN-LSTM) для автоматического выделения пространственно-временных признаков, что позволяет диагностировать микродефекты на ранних стадиях без трудоемкого этапа ручного конструирования.

Современное развитие предиктивной диагностики характеризуется выходом за пределы анализа исключительно сенсорных данных. Методы компьютерного зрения интегрируются в контур мониторинга для контроля визуальных признаков отклонений: задымления, искрения, изменения положения механизмов или критического износа инструмента. Гибридные модели, объединяющие аналитические зависимости, основанные на физических принципах функционирования (first-principles

models), с эмпирическими данными, обрабатываемыми методами машинного обучения, позволяют существенно повысить предсказания прогнозов в областях, не покрываемых обучающей выборкой.

Проблема перехода от экспериментальных образцов к промышленной эксплуатации

Несмотря на широкий спектр разработанных алгоритмических решений, переход моделей из лабораторной среды в реальную эксплуатацию связан с определенными ограничениями, классифицированными в современной научной литературе. Ведущую нишу в этой проблеме занимают вопросы качества и репрезентативности данных. Явления дисбаланса классов (class imbalance), обусловленные редкостью отказных событий, приводит к тому, что модели, обученные на таких выборках, демонстрируют консервативное поведение, смещаясь в сторону прогнозирования «нормального» состояния. Методология преодоления дисбаланса включает методы синтетической генерации данных об отказах (аугментация временных рядов с использованием генеративно-состязательных сетей (GAN) или методов типа SMOTE). Кроме того, исторические архивы зачастую содержат артефакты нештатной эксплуатации или периоды работы с некалиброванными измерительными приборами, что вкупе с ошибками ручного ввода формирует проблему «зашумленных» данных. Дополнительную сложность создает дрейф концепта (concept drift), при котором статистические свойства целевой переменной и предикторов изменяются во времени под влиянием сезонных факторов, варьирующейся загрузки или естественного износа сопряженных узлов. Данное обстоятельство детерминирует необходимость внедрения систем мониторинга качества прогнозов и процедур непрерывного дообучения (continual learning).

Важным вопросом является объяснение модели в количественном и качественном аспектах. Специалисты ответственные за принятие решений о выводе оборудования в ремонт не доверяет алгоритмам, функционирующим не техническому заданию. Для обоснования диагностических сигналов и формирования истинной информации, применяются разные методы искусственного интеллекта. Эти методы позволяют количественно оценить вклад каждого сенсорного канала в итоговый прогноз, визуализируя причинно-следственные связи. Интеграция подобных инструментов в человеко-машинные интерфейсы является необходимым условием принятия решений об остановке оборудования.

Эмпирические исследования фиксируют ряд системных проблем: неготовность устаревшего парка оборудования (отсутствие необходимой сенсорики и сетей передачи данных), острый дефицит кадров, обладающих компетенциями как в предметной области (механика, технология производства), так и в области Data Science, а также фрагментарность данных, распределенных по разнородным автоматизированным системам управления, не введенных в единое информационное пространство. Проблема масштабирования усугубляется тем, что модель, валидированная на конкретном экземпляре оборудования, требует значительной адаптации для применения на аналогичных агрегатах в силу микроособенностей монтажа и индивидуального профиля эксплуатации.

Экспериментаторами фиксируется тот факт, что вопросы кибербезопасности и конфиденциальности промышленных данных приобретают критическую значимость при передаче информации в облачные хранилища или внешние центры компетенций.

Для ускорения разработки и повышения качества моделей необходима унификация подходов к сбору данных на первоначальном этапе и создание новых промышленных баз данных при поддержке руководств компаний, а также на федеральном уровне.

Заключение

Проведенный анализ позволяет заключить, что методологическая база Data Science применительно к задачам предиктивного обслуживания достигла стадии зрелости, охватывая спектр от классических ансамблевых методов до глубоких нейросетевых и гибридных архитектур. Однако критически важные вызовы на современном этапе смещаются из плоскости алгоритмов в область организации данных, обеспечения интерпретируемости моделей и их адаптации к условиям реальной производственной инфраструктуры. Преодоление идентифицированных барьеров посредством имплементации технологий периферийных вычислений, цифровых двойников и федеративного обучения открывает путь к созданию интеллектуальных систем управления надежностью промышленного оборудования, функционирующих в автономном режиме.

Литература

1. A new adaptable data-driven model approach for applying predictive maintenance in industrial systems through confidence sphere and the HMM-SVM method. Results in Engineering, 2025, vol. 28, 108131. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025041775
2. Койбагаров М.К., Исабеков Ж.Н., Курмангалиева Л.А., Байтурганова В.К., Рахметова П.М. Разработка системы предиктивного обслуживания на основе машинного обучения. Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки, 2025, № 2(18), с. 121-128. URL: https://tech.vestnik.shakarim.kz/jour/article/view/1862/0
3. A Literature Review on Enhancing Predictive Maintenance in Smart Manufacturing Industries: Fostering Human-Technology Collaboration and Overcoming Data Scarcity Limitations with Advanced AI Models. Operations Research Forum, 2025, vol. 6, 181. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s43069-025-00584-0
4. Constructing high-quality health indicators from multi-source sensor data for predictive maintenance applications. Expert Systems with Applications, 2025, vol. 270, 126465. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417425014927 (дата обращения: 14.03.2026)
5. Ershov A.N. Current Issues in the Development of Predictive Analytics in Industry. Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2025, vol. 23, no. 3, pp. 187-194. URL: http://www.vestnik.magtu.ru/en/current-issue/128-archive/no-3-2025/1818-187.html
6. Application-Wise Review of Machine Learning-Based Predictive Maintenance: Trends, Challenges, and Future Directions. Applied Sciences, 2025, vol. 15(9), 4898. URL: https://doaj.org/article/3fd3fb057bb14cf89c629b91cf900a2a
7. Transforming Manufacturing Maintenance with Big Data: Predictive Modeling and Deep Learning Techniques. In: 2025 3rd International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing (ICMSP), Pune, India, 2025, pp. 1-6. URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/10932317
8. Kuvayskova Y.E., Nemykin A.A. Data Preprocessing for Building a Neural Network Model to Predict the State of a Technical Object. Artificial Intelligence and Decision Making, 2025, no. 1, pp. 67-81. URL: https://bakhtiniada.ru/2071-8594/article/view/293495
9. A Data-Driven Monitoring System for a Prescriptive Maintenance Approach: Supporting Reinforcement Learning Strategies. Applied Sciences, 2025. URL: https://digest.etsii.upm.es/blog/2025/07/29/advancing-self-guided-industrial-intelligence-with-prescriptive-maintenance/

On the issue of predictive maintenance of industrial equipment through DATA SCIENCE

Majorov E.E.

Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation (GUAP)

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

Modern industrial production generates huge amounts of data that can be used to move from routine maintenance to after-service. This paper is devoted to the analysis of the application of Data Science methods in predictive maintenance of industrial equipment. The purpose of the article is to systematize modern approaches to data processing and the construction of predictive models, as well as to identify key barriers to their practical implementation. The main algorithms of machine and deep learning are considered, which have proved their effectiveness in diagnosing and predicting failures. She also focuses on current challenges: ensuring data quality, dealing with noise and omissions, explainability of solutions for engineering staff, and cybersecurity of predictive systems. Based on the analysis of the current state of affairs, a vision of the prospects for the development of predictive maintenance related to the integration of models into digital counterparts and the adaptation of algorithms to changing operating conditions in real time is proposed.

Keywords: predictive analytics, maintenance, machine learning, industrial Internet of things, big data, hardware reliability.

References

1. A new adaptable data-driven model approach for applying predictive maintenance in industrial systems through confidence sphere and the HMM-SVM method. Results in Engineering, 2025, vol. 28, 108131. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590123025041775
2. Koibagarov M.K., Isabekov Zh.N., Kurmangalieva L.A., Bayturganova V.K., Rakhmetova P.M. Development of a predictive maintenance system based on machine learning. Bulletin of Shakarim University. Series of Technical Sciences, 2025, No. 2(18), pp. 121-128. URL: https://tech.vestnik.shakarim.kz/jour/article/view/1862/0
3. A Literature Review on Enhancing Predictive Maintenance in Smart Manufacturing Industries: Fostering Human-Technology Collaboration and Overcoming Data Scarcity Limitations with Advanced AI Models. Operations Research Forum, 2025, vol. 6, 181. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s43069-025-00584-0
4. Constructing high-quality health indicators from multi-source sensor data for predictive maintenance applications. Expert Systems with Applications, 2025, vol. 270, 126465. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417425014927
5. Ershov A.N. Current Issues in the Development of Predictive Analytics in Industry. Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University, 2025, vol. 23, no. 3, pp. 187-194. URL: http://www.vestnik.magtu.ru/en/current-issue/128-archive/no-3-2025/1818-187.html
6. Application-Wise Review of Machine Learning-Based Predictive Maintenance: Trends, Challenges, and Future Directions. Applied Sciences, 2025, vol. 15(9), 4898. URL: https://doaj.org/article/3fd3fb057bb14cf89c629b91cf900a2a

Разработка алгоритма автоматизированного создания световых сценариев на основе анализа музыкальных данных

Арефьев Александр Владимирович
канд. физ.-мат. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), aaref@yandex.ru,

Белякова Анна Сергеевна
студент, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), annbel.ss@yandex.ru,

Тулегенов Арман Рашитович
инженер-программист, ООО Прайм-Групп, arman.tulegenov@gmail.com

В работе поднята проблема разработки алгоритма автоматизированного создания световых сценариев на основе анализа музыкальных данных. Современная индустрия развлечений предъявляет всё более высокие требования к качеству светового оформления сценических шоу. Нехватка времени на тщательную проработку светового дизайна, особенно для масштабных шоу, приводит к снижению качества представления и увеличивает риск возникновения ошибок. Высокий спрос на зрелищные и технологически совершенные световые решения подчёркивает актуальность поиска новых подходов к автоматизации этого процесса. Автоматизированное создание световых сценариев позволит значительно сократить затраты времени и ресурсов, повысить эффективность работы дизайнеров и обеспечить более высокое качество светового оформления. В рассмотрены компоненты световых сценариев, формально описана разрабатываемая система.
Ключевые слова: световой сценарий, спектральный анализ, мел-шкала, хром-вектор, частотные компоненты, шаги расчета.

Введение

Современная индустрия развлечений предъявляет всё более высокие требования к качеству светового оформления сценических шоу [1]. Сложные постановки, стремительные темпы работы и ограниченные временные рамки приводят к тому, что ручное создание световых сценариев становится чрезвычайно трудоёмким, дорогостоящим и, зачастую, субъективным процессом [2]. Нехватка времени на тщательную проработку светового дизайна, особенно для масштабных шоу, приводит к снижению качества представления и увеличивает риск возникновения ошибок [3]. Высокий спрос на зрелищные и технологически совершенные световые решения подчёркивает актуальность поиска новых подходов к автоматизации этого процесса [4]. Автоматизированное создание световых сценариев позволит значительно сократить затраты времени и ресурсов, повысить эффективность работы дизайнеров и обеспечить более высокое качество светового оформления [5].

Цель исследования – разработка алгоритма автоматизированного создания световых сценариев для сценических шоу на основе анализа музыкальных данных и визуального контента.

Постановка задачи

Рассмотреть компоненты световых сценариев, формально описать разрабатываемую систему.

Компоненты световых сценариев

Предметная область световых сценариев для сценических шоу охватывает разработку и реализацию систем освещения, предназначенных для создания визуальных эффектов на сцене во время различных выступлений, таких как музыкальные концерты, театральные постановки, танцевальные шоу и другие зрелищные мероприятия. Основная цель этих сценариев заключается в том, чтобы подчеркнуть атмосферу, настроение и динамику представления, усилить эмоциональный отклику зрителей и визуально дополнить содержание выступления. Разработка световых сценариев требует тесного сотрудничества между техническими специалистами, художниками по свету, звукорежиссёрами и режиссёром-постановщиком. Эффективное взаимодействие всех участников процесса позволяет создавать уникальные и впечатляющие визуальные эффекты, которые делают каждое выступление незабываемым. Световые сценарии включают в себя различные элементы, такие как:

1. Осветительные приборы: использование прожекторов, светодиодных панелей, лазеров и других устройств для создания световых эффектов.
2. Цветовая гамма: подбор цветов света, который соответствует теме и настроению шоу.
3. Динамика освещения: изменение интенсивности и направления света в зависимости от развития сюжета или музыки.
4. Синхронизация с музыкой и действием: координация световых эффектов с музыкальными треками и действиями на сцене.
5. Эффекты движения: применение движущихся головок и вращающихся приборов для создания динамичных световых рисунков.
6. Интерактивные элементы: взаимодействие со зрителями через использование интерактивных элементов, таких как световые пульты или мобильные приложения.
7. Энергетическая эффективность: оптимизация потребления энергии без ущерба для качества освещения.
8. Безопасность: обеспечение безопасности исполнителей и зрителей, учитывая возможные риски, связанные с использованием осветительного оборудования.

Формальное описание разрабатываемой системы

Для генерации световых дизайнов на основе музыкальных данных подойдёт гибридная архитектура нейросети, сочетающая методы обработки звука и временных зависимостей с генеративными моделями. На рисунке 1 показано блок схема.

Рисунок 1 – Блок-схема работы системы

Чтобы разработать нейросети, нужно разложить трек на набор параметров, которые будут влиять на визуализацию. Для этого можно воспользоваться следующими алгоритмами:

– спектральный анализ;

– мел-шкала и MFCC;

– хром-вектор.

Спектральный анализ

Преобразование Фурье раскладывает сигнал на частотные компоненты.

Пусть есть:

N отсчётов сигнала: x[0], x[1], …, x[N−1]

Частота дискретизацииf_s (например, 44.1 кГц).

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) * e^{-i\frac{2\pi}{N}kn}, k = 0, \dots, N-1$$

X(k) – это амплитуда и фаза для частоты k.

k – номер частотной компоненты (бин), показывает, насколько силён сигнал на частоте

$$f_k = \frac{k \cdot f_s}{N}$$

$e^{-i\frac{2\pi}{N}kn}$ – комплексная экспонента, которая "крутится" с частотой $\frac{k}{N}$.

Она раскладывается на косинус и синус: $e^{-i\theta} = \cos(\theta) - i\sin(\theta)$

Это помогает найти вклад частоты k в сигнал x(n)

Результат преобразования Фурье именуется спектром.

Спектрограмма – это двумерное графическое отображение спектра сигнала, изменяющегося во времени.

Алгоритм построения:

1. Разбиение сигнала на кадры (аудио делится на перекрывающиеся отрезки).

2. Расчёт ДПФ для каждого кадра.

3. Визуализация.

На рисунке 2 показан спектр ударов колокола.

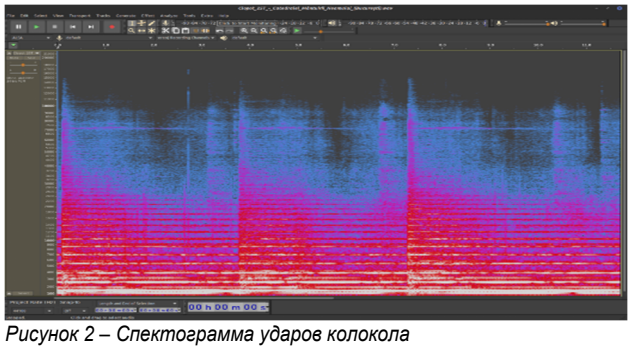


Рисунок 2 – Спектограмма ударов колокола

Вертикальная ось спектрограммы – это ось частоты, горизонтальная – времени. Спектральная мощность выражается в виде яркости и цвета.

Частотные компоненты:

– низкие частоты (20–250 Гц): Бас-бочка, бас-гитара;

– средние частоты (250–4000 Гц): Голос, гитара, фортепиано;

– высокие частоты (4–20 кГц): Тарелки, шумовые эффекты.

Мел-шкала и MFCC

Человеческое ухо воспринимает звук нелинейно: мы легко замечаем разницу между 100 Гц и 200 Гц, но почти не чувствуем разницу между 10 000 Гц и 10 100 Гц. Мел-шкала и MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients) помогают анализировать звук так, как его слышит человек. Формула перевода Герц в Мели:

$$m = 2595 \cdot \log_{10}\left(1 + \frac{f}{700}\right),$$

где f – частота в Герцах (Гц), m – частота в Мелах (mel).

Банк мел-фильтров можно построить следующим образом:

1. Перевести максимальную и минимальную частоту в мелы.

2. Создать n равномерно расположенных точек (каждая точка - середина соответствующей мел-полосы).

3. Преобразовать соответствующее значение частоты каждой точки обратно в Герцы и округлить до ближайшего отсчета частоты.

4. На полученных частотных полосах построить треугольные фильтры.

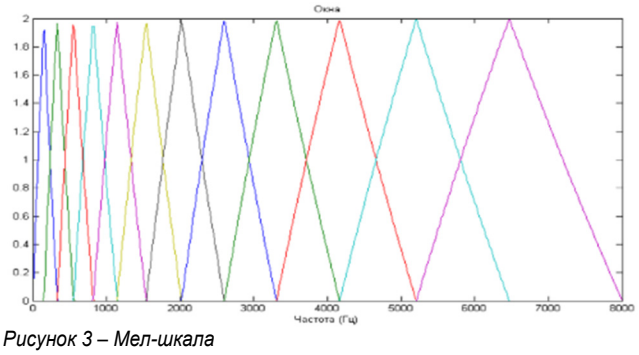


Рисунок 3 – Мел-шкала

На рисунке 3 приведена Мел-шкала. На рисунке 3дано 12 треугольных мел-фильтров для 12 различных частотных полос; по оси Y отложена частота в Герцах, по оси – вес фильтра в диапазоне от 0 до 1. Как можно заметить, фильтры пересекаются, левая и правая границы каждой частотной полосы (каждого треугольника) являются центрами предыдущей и следующей полос соответственно. Для каждой полосы на середине коэффициент пропускания будет максимальным (вес фильтра равен 1), а на граничных значения, соответственно, минимальным (вес равен 0).

Шаги расчёта MFCC:

1. Разбиваем звук на кадры.

2. Применяем быстрое преобразование Фурье.

3. Мел-фильтры.

Создаём треугольные фильтры, соответствующие мел-шкале.Каждый фильтр суммирует энергию в своей полосе частот.

Формула для энергии в m-м фильтре:

$$S(m) = \sum_{k=0}^{N-1} \left(X(k)\right)^2 H_m(k),$$

где $H_m(k)$ – вес m-го фильтра для частоты k.

4. Логарифмирование $\log S(m)$

5. Дискретное косинусное преобразование

$$C(n) = \sum_{m-0}^{M-1} \log S(m) \cdot \cos\left(\frac{\pi n(m+0.5)}{M}\right)$$

Что это даст?

Распознавание инструментов: Гитара и скрипка на одной ноте имеют разные MFCC. Определение эмоций: Грустная и весёлая музыка различаются по тембру.

Световая визуализация:

- Низкие MFCC → тёплые цвета,
- Высокие MFCC → холодные цвета.

На рисунке 4 дана спектрограмма.

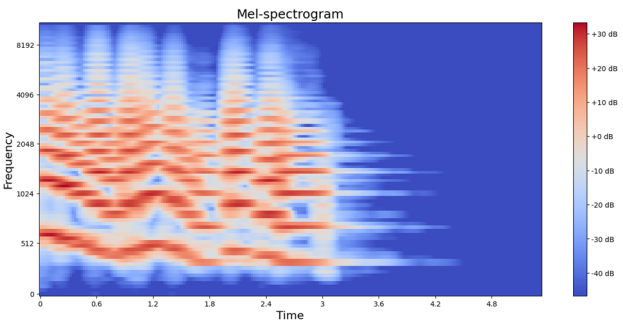


Рисунок 4 - Мел-спектограмма

Хром-вектор

Шаги расчёта хрома-вектора:

1. Применяя быстрое преобразование Фурье, вычислить спектр.
2. Сопоставить частоты с нотами:

Для каждой частоты $f_k = \frac{k \cdot f_s}{N}$

Найти ближайшую ноту i:

$$i = round\left(12 * \log_2\left(\frac{f_k}{440}\right)\right) mod\ 12$$

Добавить энергию $(X(k))^2$ в соответствующую компоненту c_i

Зачем это нужно?

Музыкальные ноты (вне зависимости от октавы). Какие ноты звучат прямо сейчас (например, C, E, G → аккорд C-major). Тональность и гармонию: мажор/минор, модуляции. Мелодические паттерны: повторяющиеся последовательности нот.

Заключение

В данном реферате были рассмотрены ключевые аспекты создания световых сценариев, были проанализированы методы анализа музыкальных данных, была описана разрабатываемая система.

Литература

1. Max Keller Light Fantastic: The Art and Design of Stage Lighting. - 3rd Revised edition изд. - Prestel, 2010. - 300 с.
2. Спектральный анализ сигналов // Хабр URL: https://habr.com/ru/articles/253447/ (дата обращения: 25.04.2026).
3. Мел-кепстральные коэффициенты (MFCC) и распознавание речи // Хабр URL: https://habr.com/ru/articles/140828/(дата обращения: 28.04.2026).
4. Взгляд на звук через спектрограмму // Хабр URL: https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/879972/(дата обращения: 21.04.2026).
5. Карлсон В., Карлсон С. Настольная книга осветителя: Пер. с англ. Д. М. Демуровой под ред. С. В. Шульца . - М.: ГИТР: Флинта, 2004. - 320 с.

Development of an algorithm for the automated creation of lighting scenarios based on the analysis of musical data

Arefyev A.V., Belyakova A.S., Tulegenov A.R.

Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation (GUAP), Prime Group LLC

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The paper raises the problem of developing an algorithm for the automated creation of lighting scenarios based on the analysis of musical data. The modern entertainment industry places increasingly high demands on the quality of lighting design for stage shows. The lack of time to thoroughly study the lighting design, especially for large-scale shows, leads to a decrease in the quality of the presentation and increases the risk of errors. The high demand for spectacular and technologically advanced lighting solutions underscores the urgency of finding new approaches to automating this process. Automated creation of lighting scenarios will significantly reduce the cost of time and resources, increase the efficiency of designers and ensure a higher quality of lighting design. The components of light scenarios are considered, and the system under development is formally described.

Keywords: light scenario, spectral analysis, chalk scale, chrome vector, frequency components, calculation steps.

References

7. Sukhoplyuev D. I., Nazarov A. N. Fault tolerance monitoring in distributed systems // Computational Nanotechnology. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 94-106.
8. Krutskikh O. S. Modern approaches to scalability, monitoring and fault tolerance of distributed digital systems // Actual research. 2025. № 49 (284) [Electronic resource]. URL: https://apni.ru/article/13792-modern-approaches-to-scalability-monitoring-and-fault-tolerance-of-distributed-digital-systems (date of access: 18.04.2026)
9. Temnikov D. O., Dubinin R. S. Design of fault-tolerant and redundant backend systems // Universum: technical sciences. 2025. No. 6 (135) [Electronic resource]. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20376 (date of access: 28.04.2026).
10. Isaev D. Management of "storms of repetitions" and metastable failures in microservice architectures // Universum: technical sciences. 2025. No. 10 (139) [Electronic resource]. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20946 (date of access: 21.04.2026).
11. Agaev A. Architectural Patterns for Designing Fault-Tolerant Microservice Systems within a Platform // Universal Library of Engineering Technology. 2026. Vol. 3. Issue 1. Pp. 1–6.
12. Smirnov A. Modern Approaches to Designing High-Load Fault-Tolerant Systems // International Journal of Latest Research in Engineering and Technology. 2025. Vol. 11. Issue 12. Pp. 22–26.
13. Mohammad M. Resilient Microservices: A Systematic Review of Recovery Patterns, Strategies, and Evaluation Frameworks // arXiv.2025 [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/abs/2512.16959 (date of access: 28.04.2026)
14. Cassar I., Francalanza A., Mezzina C., Tuosto E. Reliability and Fault-Tolerance by Choreographic Design // arXiv. 2017 [Electronic resource]. URL: https://arxiv.org/abs/1708.07233 (date of access: 18.04.2026).

Архитектура агента-оркестратора для автоматизации полного цикла разработки ПО: концепция и организационно-технические аспекты внедрения

Боровских Иван Ильич
студент кафедры ИБМ-7 «Инновационное предпринимательство», факультет ИБМ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, borovskikhii@student.bmstu.ru,

Соколов Михаил Александрович
к.э.н., доцент кафедры ИБМ-7, МГТУ им. Н.Э. Баумана,

Гиззатуллин Азамат Русланович
генеральный директор ООО «Сэндбоксер»

Статья посвящена концепции контролируемого агента-оркестратора, обеспечивающего автоматизацию полного цикла выполнения задач разработки программного обеспечения. Объектом исследования является универсальный ИИ-агент, интегрированный в производственный стек малой IT-команды (Яндекс.Трекер, Cursor IDE, GitLab). Предмет исследования — процесс автономного выполнения задач разработки при сохранении прозрачности и сопровождаемости генерируемого кода. Методология включает сравнительный анализ существующих агентных решений, архитектурное проектирование агентного workflow и организационное проектирование плана пилотного внедрения. В отличие от полностью автономных агентов, создающих непрозрачный процесс исполнения, предлагаемая архитектура предусматривает явное управление потоком выполнения, специализацию суб-агентов по этапам (Reasoning агент — для планирования и анализа ошибок; Coding-pipeline агент — для генерации кода) и встроенные механизмы соблюдения архитектурных стандартов проекта.

Ключевые слова: ИИ-агент, агент-оркестратор, автоматизация разработки ПО, Cursor IDE, LLM, RAG, self-healing, GitLab, Яндекс.Трекер, цикл разработки.

Введение

По данным отчёта Software Engineering Insights 2025, более 40% времени разработчика занимают операции, не связанные с написанием кода: переключение между системами, ревью, настройка окружения, тестирование и оформление pull request [19]. Аналогичные потери характерны для других ролей: project manager — координация и переписка, business development — исследования, CEO — подготовка встреч и предложений. В совокупности рутинные операции снижают пропускную способность организации, ограничивая масштабирование без найма. Автоматизация разработки ПО выступает частным случаем повышения эффективности всех процессов команды.

Существующие инструменты делятся на несколько классов. IDE-ассистенты (Cursor IDE, Claude Code) снижают трудоёмкость написания кода, но не автоматизируют управление задачами. Мультимодельные оркестраторы (Perplexity Computer) работают «из коробки», но не интегрируются с корпоративными системами (Яндекс.Трекер, Яндекс.Вики). Автономные агенты (Devin AI, OpenDevin) покрывают полный цикл, но остаются непрозрачными и усложняют сопровождение кода [22].

Основная проблема на данный момент — отсутствие контролируемого агента, автоматизирующего полный цикл при сохранении прозрачности и сопровождаемости. Исходя из этого цель статьи — предложить и верифицировать архитектуру агента-оркестратора, встраиваемого в стек малой IT-команды, и описать условия внедрения. Архитектура рассматривается как базовый паттерн, применимый к разработке ПО и другим операционным процессам.

Научная новизна работы заключается в том, что оркестратор не привязан к конкретному агенту-кодеру и управляет любым агентом с терминальным интерфейсом (Cursor CLI, Claude Code, OpenCode и др.). Выбор агента определяется условиями внедрения, тогда как сквозной workflow (Яндекс.Трекер → агент-кодер + GitLab → Pull Request) реализован как Skill оркестратора внутри агентской системы.

Анализ рынка автоматизации разработки ПО на начало 2026 года выделяет четыре класса решений: IDE-ассистенты, контролируемые терминальные агенты, автономные агенты и full-stack app builders. Каждый покрывает отдельный этап разработки, однако ни один не обеспечивает сквозную автоматизацию с сохранением детерминированности.

IDE-ассистенты работают в редакторе. Cursor [7] ориентирован на агентный режим (95% пользователей), поддерживает параллельный запуск агентов, изоляцию через git worktrees, модель Composer с быстрым выполнением задач, Shadow Workspace и инкрементальную индексацию через Merkle-дерево [6; 23]. Google Antigravity (2025) — агентная IDE с Editor и Manager View для параллельной оркестрации, поддержкой Agent Skills и мультимодельностью (Gemini, Claude, GPT) [12; 22]. Google Jules работает асинхронно с репозиториями и pull request [13]. GitHub Copilot [8; 9] и Copilot Workspace [10] обеспечивают автодополнение и планирование, но уступают в оркестрации.

Claude Code (Anthropic, 2025–2026) доступен как приложение и CLI, поддерживает MCP и интеграции, занимая промежуточное положение: обеспечивает контролируемое и прозрачное выполнение [2].

Автономные агенты (Devin AI, OpenDevin) выполняют полный цикл (код, тесты, pull request), но остаются непрозрачными и сложными в сопровождении [22].

Perplexity Computer (2026) — мультимодельный оркестратор (19+ моделей) с декомпозицией задач и 100+ интеграциями, однако требует доработки для нестандартных корпоративных систем [17].

Full-stack app builders (Vercel v0, Bolt.new, Lovable.dev) ориентированы на MVP: генерация UI, приложений и кода с Agent/Chat/Visual режимами, но не подходят для поддержки production-систем с корпоративными интеграциями [20; 16].

Сравнительный анализ девяти инструментов по ключевым параметрам представлен в таблице 1.

Ни один инструмент не обеспечивает одновременно три свойства, критичных для малой команды: автоматизацию полного цикла (трекер → pull request), прозрачность и воспроизводимость, сопровождаемость кода. IDE-ассистенты обеспечивают сопровождаемость, но не автоматизацию; автономные агенты — автоматизацию, но нарушают прозрачность и сопровождаемость [22]. Claude Code обеспечивает прозрачность

и сопровождаемость, однако не имеет готового workflow с корпоративными трекерами (Яндекс.Трекер, Jira) и требует ручной оркестрации. Это обосновывает необходимость предлагаемой архитектуры.

Таблица 1
Сравнительная характеристика инструментов автоматизации разработки ПО (2025-2026)

Инструмент	Класс	Контекст (токенов)	Цена ($/мес)	Ключевые особенности
Cursor	IDE, Terminal	200K (1M Max Mode)	$20–200/мес	Cloud Agents — автономные задачи на изолированных VM в облаке. Наличие скиллов, MCP и подключаемых плагинов переводит этот инструмент в класс платформы
Google Antigravity	Agent-first IDE	Зависит от LLM (Gemini 3.1 Pro: 2M)	Бесплатно (preview)	Manager View — параллельные агенты + встроенный браузер
GitHub Copilot	IDE-плагин	Зависит от модели	$10–39/мес	Coding Agent — issue→PR автоматически через GitHub
Devin AI	Авт. агент	Н/Д (облачная среда)	от $20/мес (ACU)	Полная облачная среда (shell+IDE+браузер), параллельные инстансы
OpenDevin	Авт. агент (OSS)	Зависит от LLM	Open-source	Model-agnostic — любая LLM + Docker-sandbox
Vercel v0	UI/App builder	Н/Д	Freemium, $20/мес	Figma→React пайплайн + нативный деплой Vercel
Bolt.new	App builder	Н/Д	Freemium, $20–200/мес	WebContainers — fullstack в браузере без локальной среды
Claude Code	IDE, Terminal, Cowork	200K (1M бета на Opus 4.6)	$20–200/мес или API	Agent Teams + 1M контекст без наценки на Opus 4.6 + лучшие цены на модели Anthropic. Наличие скиллов, MCP и подключаемых плагинов переводит этот инструмент в класс платформы
Lovable.dev	App builder	Н/Д	Freemium, от $25/мес	Supabase-бэкенд из коробки + безлимит коллаборатороов (Free)
Perplexity Computer	Авт. агент	Зависит от модели (облачная среда)	$200/мес (только Max)	Оркестрация 20 ИИ-моделей (Opus 4.6, Gemini, GPT-5.2 и др.) + 400+ OAuth-коннекторов + параллельные суб-агенты + изолированная облачная среда
OpenClaw	Авт. агент	Зависит от LLM	Open-source	Локальный шлюз (Mac/Win/Linux) + управление через мессенджеры + 100+ AgentSkills + персистентная память в Markdown

* Для Google Antigravity указан контекст модели Gemini 3 Pro (≥1 000 000 токенов); ограничение агентного режима может отличаться. Для OpenDevin контекст определяется подключённой LLM (Claude Sonnet 4.6 — 200 000, Gemini 3 — 1 000 000 и др.).

Материалы и методы

Методологическую основу работы составляют: сравнительный анализ архитектурных решений агентных систем, метод структурной декомпозиции workflow и организационное проектирование плана внедрения. Объектом архитектурного проектирования является агент-оркестратор, встраиваемый в производственный стек команды разработки без замены существующих инструментов.

Процесс разработки до внедрения агента. Исходный процесс в типичной малой IT-команде охватывает три макроэтапа: формирование технического задания и заключение договора (редко наоборот), реализация проекта и сдача результата (рис. 1). Этап реализации при этом полностью выполняется разработчиком вручную.

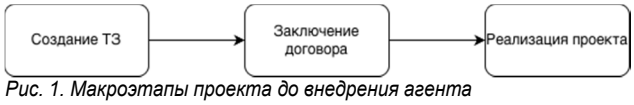


Рис. 1. Макроэтапы проекта до внедрения агента

Рис. 2. Процесс разработчика до внедрения агента

На уровне отдельного разработчика полный рабочий цикл выглядит следующим образом: получение задачи из трекера, написание кода, тестирование реализованного функционала и деплой (рис. 2). Все четыре шага требуют непосредственного участия человека, что ограничивает параллельность и увеличивает Cycle Time задачи.

После внедрения агента-оркестратора разработчик получает задачу из Яндекс.Трекера и делегирует её агенту. Дальнейший цикл — написание кода, тестирование и подготовка pull request — выполняется автономно агентом-оркестратором совместно с субагентом-кодером (рис. 3). Оркестратор получает инструменты от Hub MCP Gateway через fleet-sync и управляет субагентом через терминальный интерфейс. Разработчик участвует только в финальном code review перед мержем и в эскалации, если агент не разрешил проблему за 3-4 итерации.

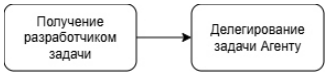


Рис. 3. Модифицированный процесс разработки с агентом-оркестратором

Детальная архитектура агента-оркестратора

В предлагаемой архитектуре Skill «Разработка функциональности» реализован не как последовательность запросов к LLM-моделям с разными системными промптами, а как граф суб-агентов, координируемых оркестратором. Каждый суб-агент запускается в собственном контексте, получает от оркестратора входные данные и возвращает структурированный отчёт. Оркестратор не видит внутреннего хода выполнения суб-агентов — он оперирует только их входами и выходами. Это принципиально отличает предлагаемый подход от переключения ролевых промптов в рамках одного диалога, характерного для большинства существующих агентных систем.

Такая декомпозиция решает две практические проблемы. Первая — ограниченность контекстного окна: при последовательном выполнении всех операций в одном чате (планирование, генерация кода, запуск тестов, анализ ошибок) контекст быстро заполняется промежуточными артефактами, что снижает качество генерации на поздних шагах. В суб-агентной архитектуре каждый агент работает в чистом контексте, а оркестратор получает от него только результат — план, diff, отчёт о тестировании — без полного лога промежуточных действий. Вторая проблема — сопровождаемость генерируемого кода: каждый суб-агент использует корпоративные Skill-файлы, которые содержат правила архитектуры проекта, стандарты кодирования и шаблоны. Это гарантирует, что сгенерированный код соответствует ожиданиям команды и остаётся поддерживаемым.

Инфраструктурный слой: Hub MCP Gateway

Для того чтобы все суб-агенты имели доступ к одним и тем же корпоративным инструментам, в архитектуре используется Hub MCP Gateway — общий MCP-сервер компании. По протоколу MCP (Model Context Protocol) к нему может подключиться любой агент на любой платформе: Cursor IDE, Claude Code, OpenClaw или иной MCP-совместимый клиент. Подключение выполняется через единый ключ доступа, после чего агент автоматически получает полный набор корпоративных инструментов и Skill-файлов.

На практике это означает следующее: разработчик один раз настраивает ключ, и дальше все его агенты — независимо от платформы — работают с одной и той же почтой, одним и тем же трекером задач, одной и той же базой знаний проекта. Суб-агенты оркестратора подключаются к Hub MCP Gateway точно так же и получают доступ к интеграциям (GitLab API, Яндекс.Трекер, корпоративная wiki), Skill-файлам с правилами проекта и общей памяти агентов (Hub Memory Service на базе PostgreSQL и Qdrant). Единая точка доступа решает проблему разрозненности инструментов, описанную во Введении: вместо того чтобы настраивать каждый агент по отдельности, достаточно подключить его к Hub MCP Gateway.

Фаза 1. Планирование (параллельное выполнение)

После получения задачи из Яндекс.Трекера оркестратор параллельно запускает два суб-агента. Суб-Агент изучения исследует лучшие практики реализации применительно к стеку проекта: анализирует документацию используемых библиотек, паттерны проектирования, релевантные примеры из базы знаний оркестратора (Hub Memory Service). Суб-Агент планирования работает с кодовой базой: изучает существующую архитектуру, зависимости между модулями и формирует структурированный план реализации с указанием файлов, которые потребуется создать или модифицировать.

Параллельный запуск этих суб-агентов сокращает время фазы планирования, поскольку исследование практик и анализ кодовой базы — независимые операции. Результаты обоих суб-агентов объединяются на синхронизационном барьере (join) и передаются на следующую фазу.

Фаза 2. Валидация плана

Объединённый результат первой фазы поступает Суб-Агенту-архитектору. Его задача — проверить план на соответствие правилам проекта: архитектурным ограничениям, Contribution Guide, принятым решениям (ADR), зафиксированным в Hub Memory Service (type=decision). Суб-Агент-архитектор использует корпоративный Skill с директивами проекта и возвращает вердикт: план одобрен или требует доработки. В случае отклонения оркестратор возвращает управление на фазу 1 с замечаниями архитектора, и суб-агенты планирования и изучения дорабатывают план с учётом полученной обратной связи.

Фаза 3. Реализация

Утверждённый план передаётся Суб-Агенту реализации, который генерирует код через терминальный интерфейс агента-кодера. Агент-кодер работает в изолированной рабочей области (Shadow Workspace в Cursor или Work3 в Claude Code), что позволяет безопасно применять и откатывать изменения, не затрагивая основную ветку [7; 6]. Суб-Агент реализации использует корпоративный Skill с правилами кодирования проекта, что обеспечивает соблюдение code style и архитектурных стандартов на этапе генерации.

Суб-Агент безопасности является вложенным в Агента реализации. Агент-кодер самостоятельно вызывает его после завершения генерации кода — либо при обнаружении того, что реализуемая задача затрагивает чувствительные участки системы (авторизация, обработка платежей, управление сессиями). Суб-Агент безопасности проверяет внесённые изменения на типовые уязвимости (Запускают автоматические анализаторы кода типа Bandit или NPM Audit для выявления SQL-инъекции, XSS, утечки секретов в коде и тд.), а также выполняет автоматизированное code review на соответствие стандартам безопасности проекта. При обнаружении проблем отчёт возвращается агенту-кодеру, который вносит исправления до выхода из фазы реализации. Такая вложенность позволяет локализовать security-проверки внутри контекста агента-кодера, где доступен полный diff изменений, без необходимости передавать весь объём сгенерированного кода на уровень оркестратора (рис. 4).

Фаза 4. Проверка и self-healing

Суб-Агент тестирования формирует тесты на реализованный функционал, запускает их совместно с линтерами и системой типизации. Если тесты проходят успешно — оркестратор формирует Pull Request в GitLab, готовый к code review разработчиком [11].

При обнаружении ошибок активируется вложенный self-healing цикл. Суб-Агент тестирования передаёт отчёт об ошибках Суб-Агенту исправления, который анализирует причину сбоя и вносит исправления в код. После исправления управление возвращается Суб-Агенту тестирования для повторной проверки. Цикл «тестирование → исправление → повторное тестирование» ограничен 3–4 итерациями. Если за отведённое число итераций ошибки не устранены, оркестратор эскалирует задачу разработчику с полным контекстом: описание ошибки, предпринятые попытки исправления, гипотезы о причине. Ограничение итераций предотвращает неконтролируемое зацикливание и сохраняет человека в контуре управления [14].

Оптимизация контекстного окна через изоляцию суб-агентов

Архитектура суб-агентов решает проблему ограниченного контекстного окна LLM, критичную для автоматизации полного цикла разработки. В монолитном подходе один агент накапливает в контексте задачу, анализ кода, план, сгенерированный код, логи тестов и ошибки, из-за чего при лимите ~200K токенов (Claude Sonnet 4.6 [1]) уже на 3–4 итерации self-healing происходит переполнение и снижение качества генерации.

В суб-агентной архитектуре оркестратор работает с компактными отчётами («план одобрен», «изменено 12 файлов», «3 из 15 тестов не прошли»), тогда как полный лог остаётся внутри суб-агентов и не передаётся. Это позволяет поддерживать длинные pipeline без деградации качества и сохранять контекст для принятия решений. Аналогично, вложенный Суб-Агент безопасности функционирует в контексте агента-кодера, не расходуя контекстное окно оркестратора.

Кросс-платформенное выполнение суб-агентов

Предлагаемая архитектура не привязывает суб-агентов к единой платформе выполнения. Оркестратор управляет суб-агентами через терминальный интерфейс, что позволяет запускать разные суб-агенты на разных платформах в зависимости от их специализации. Например, Суб-Агент планирования может выполняться в Cursor IDE, который обладает Merkle-tree индексацией репозитория и обеспечивает глубокое понимание кодовой базы до ~100 000 строк [7; 23]. Суб-Агент реализации при этом может работать в Claude Code, где при подписке за $20/мес доступны наиболее производительные модели (Claude Opus 4.6, 80.84% на SWE-Bench Verified [21]) без дополнительной наценки за API-вызовы [1; 2].

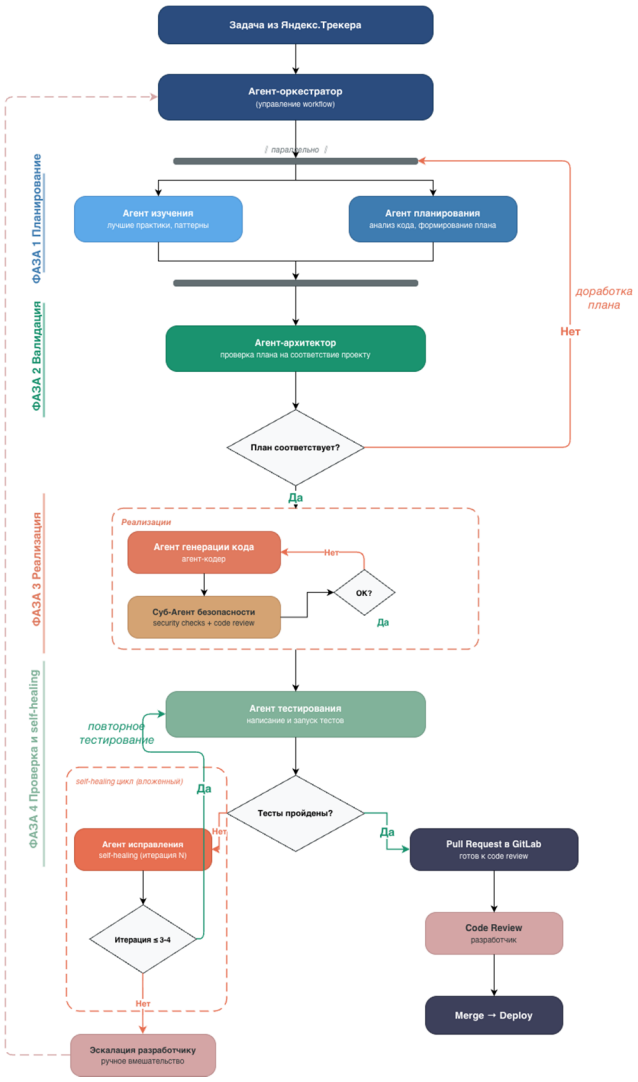


Рис. 4. Граф архитектуры агента-оркестратора: от получения задачи до Pull Request в GitLab

Каждый суб-агент подключается к Hub MCP Gateway и получает одинаковый набор корпоративных инструментов, Skill-файлов и доступ к памяти — вне зависимости от платформы, на которой он запущен. Смена платформы для конкретного суб-агента сводится к изменению конфигурации оркестратора и не требует доработки Skill-файлов или интеграций. Такой подход позволяет оптимизировать стоимость и качество: для задач, требующих сильных reasoning-способностей (планирование, анализ ошибок), использовать более дорогие модели, а для рутинных операций (запуск линтеров, форматирование) — экономичные. Оркестратор может быть настроен на автоматический выбор платформы для каждого суб-агента в зависимости от типа задачи, доступных подписок и текущей нагрузки.

Технологическое обоснование выбора стека

Выбор Cursor IDE в роли одной из платформ исполнения суб-агентов обусловлен совокупностью технических характеристик. Shadow Workspace обеспечивает изоляцию агентных изменений; Merkle-tree индексация позволяет работать с репозиторием до 100 000 строк без потерь в точности контекста; режим Composer поддерживает многофайловое редактирование в рамках одного агентного запроса [7; 23]. Claude Code предоставляет доступ к наиболее производительным моделям Anthropic (Claude Opus 4.6) через терминальный интерфейс [2].

В архитектуре разделены два независимых хранилища:

1) RAG кодовой базы агента-кодера: индексация репозитория через Merkle-tree (Cursor), поддерживает до ~100k строк кода, используется агентом-кодером для контекстного понимания текущей кодовой базы.

2) База знаний оркестратора (Hub Memory Service): хранилище на PostgreSQL + Qdrant с семантическим индексом, накапливает 6 типов записей (user, feedback, project, reference, decision, daily_note), доступно из любого агента MCP Hub. База знаний оркестратора формируется и пополняется с третьей недели пилота и включает Contribution Guide, Acceptance Criteria, правила архитектуры проекта, а также записи о решениях, принятых при выполнении предыдущих задач.

Перспективным расширением архитектуры является циклическая модель накопления знаний. Механизм работает так: после успешного выполнения задачи агент-оркестратор вызывает MCP tool memory_write, записывая опыт в Hub Memory Service (type=decision для архитектурных решений или type=project для решённых задач). Записи сохраняются в PostgreSQL с автоматическим векторным embedding в коллекцию hub-memories (Qdrant). При планировании следующей задачи: memory_search возвращает релевантные записи через tiered retrieval (сначала по метаданным, затем семантический поиск, далее full-text), и эти записи передаются агенту-кодеру как директивы в системный промпт. Хранилище доступно из любого агента через MCP Hub, обеспечивая доступ к накопленному контексту из любого агента. Таким образом, каждое успешное выполнение задачи генерирует артефакты (типовые решения, паттерны ошибок), которые автоматически возвращаются в базу, что позволяет системе аккумулировать опыт выполнения задач для повторного использования.

Заключение

В работе предложена архитектура контролируемого агента-оркестратора, автоматизирующего полный цикл разработки ПО — от получения задачи в Яндекс.Трекере до открытия Pull Request в GitLab — при сохранении прозрачности и сопровождаемости кода. В отличие от IDE-ассистентов, агент управляет всем процессом, а по сравнению с автономными решениями (Devin AI, OpenDevin) сохраняет сопоставимую автономность, но превосходит их по прозрачности и настраиваемости.

На основе анализа ожидается сокращение трудозатрат на задачи Feature и Bugfix на 30–40%: агент выполняет кодирование, тесты, линтинг и оформление PR, оставляя разработчику постановку задачи и финальное review. Сопоставимые показатели для IDE-агентов составляют 25–45% [19].

Снижение дефектов на code review прогнозируется на уровне 20–25% за счёт автоматических проверок и использования RAG-базы, уменьшающей архитектурные отклонения [4; 7].

Ограничения: результат зависит от полноты RAG и промптов; self-healing (3–4 итерации) не покрывает сложные баги [14]; возможны галлюцинации (14–47%), поэтому code review остаётся обязательным [15]. Кроме того, review агентского PR может занимать больше времени из-за отсутствия контекста решений; это частично компенсируется добавлением блока «обоснование решений».

В сравнении с автономными агентами (например, Devin AI) предложенная архитектура сохраняет уровень автономности, но превосходит их по прозрачности и настраиваемости, что критично для производственного применения.

Литература

1. Claude 4.6 Family : Technical Specifications [Электронный ресурс] / Anthropic. – 2026. – URL: https://www.anthropic.com/claude (дата обращения: 20.02.2026).
2. Claude Code Documentation : CLI and Headless Mode [Электронный ресурс] / Anthropic. – 2026. – URL: https://docs.anthropic.com/en/docs/agents-and-tools/claude-code (дата обращения: 20.03.2026).
3. Claude Cowork : Desktop Agent for Task Automation [Электронный ресурс] / Anthropic. – 2026. – URL: https://www.anthropic.com/research/building-desktop-agents (дата обращения: 20.03.2026).
4. Bai, Y. Retrieval-Augmented Generation for Code Repositories / Y. Bai, A. Jones, J. Kaplan [et al.] // Proceedings of ICML. – 2025. – Vol. 245. – P. 123–145.
5. Beck, K. Manifesto for Agile Software Development [Электронный ресурс] / K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum [et al.]. – 2001. – URL: https://agilemanifesto.org (дата обращения: 15.02.2026).
6. Cursor Agent Mode Technical Overview [Электронный ресурс] / Cursor Team. – 2025. – URL: https://docs.cursor.com/agent-mode (дата обращения: 18.02.2026).
7. Cursor IDE Documentation : Shadow Workspace [Электронный ресурс] / Cursor Team. – 2025. – URL: https://docs.cursor.com/shadow-workspace (дата обращения: 18.02.2026).
8. GitHub Copilot Coding Agent : Autonomous Issue Resolution [Электронный ресурс] / GitHub. – 2024. – URL: https://github.blog/copilot-agent (дата обращения: 20.02.2026).
9. GitHub Copilot Documentation [Электронный ресурс] / GitHub. – 2025. – URL: https://docs.github.com/copilot (дата обращения: 20.02.2026).
10. GitHub Copilot Workspace : Collaborative Development Environments [Электронный ресурс] / GitHub. – 2024. – URL: https://github.com/features/copilot-workspace (дата обращения: 20.02.2026).
11. GitLab CI/CD Documentation [Электронный ресурс] / GitLab Inc. – 2026. – URL: https://docs.gitlab.com/ee/ci/ (дата обращения: 22.02.2026).
12. Build with Google Antigravity, Our New Agentic Development Platform [Электронный ресурс] // Google Developers Blog. – 2025. – URL: https://developers.googleblog.com/build-with-google-antigravity-our-new-agentic-development-platform (дата обращения: 20.03.2026).
13. Jules : Asynchronous AI Coding Agent [Электронный ресурс] / Google Labs. – 2025. – URL: https://labs.google/jules (дата обращения: 20.03.2026).
14. Huang, S. Self-Healing Mechanisms in Autonomous AI Agents : Iteration Limits and Human Oversight / S. Huang, L. Zhang, X. Chen // AI Safety Journal. – 2025. – Vol. 12, No. 3. – P. 234–256.
15. Liu, C. Hallucinations in Code Change to Natural Language Generation : Prevalence and Evaluation of Detection Metrics / C. Liu, H. Y. Lin, P. Thongtanunam // Proceedings of IJCNLP-AACL. – 2025. – P. 1–15.
16. Lovable.dev Documentation : Agent Mode and Chat Mode [Электронный ресурс] / Lovable. – 2026. – URL: https://docs.lovable.dev (дата обращения: 20.03.2026).
17. Perplexity Computer : Multi-Model Orchestrator for Software Development [Электронный ресурс] / Perplexity AI. – 2026. – URL: https://www.perplexity.ai/hub/blog/perplexity-computer (дата обращения: 20.03.2026).
18. OpenClaw : Open-Source Agent Orchestration Platform [Электронный ресурс] / Sandboxer. – 2025. – URL: https://github.com/sandboxer/openclaw (дата обращения: 20.03.2026).
19. Developer Productivity Report 2025 [Электронный ресурс] / Software Engineering Insights Team // Stack Overflow. – 2025. – 120 p. – URL: https://stackoverflow.blog/productivity-2025 (дата обращения: 19.02.2026).
20. Bolt.new : AI-Powered Full-Stack Development [Электронный ресурс] / StackBlitz. – 2025. – URL: https://bolt.new/docs (дата обращения: 21.02.2026).
21. SWE-bench Verified Leaderboard (February 2026) [Электронный ресурс] / SWE-bench Team // Princeton University. – 2026. – URL: https://swebench.com/leaderboard (дата обращения: 25.02.2026).
22. Wang, T. Challenges of Code Maintainability in Fully Autonomous AI Agents / T. Wang, H. Liu, P. Kumar // IEEE Software. – 2025. – Vol. 42, No. 2. – P. 78–91.
23. Williams, R. Merkle Tree Indexing for Large-Scale Code Repositories / R. Williams, M. Patel // ACM Transactions on Software Engineering. – 2025. – Vol. 51, No. 4. – P. 456–478.

An Orchestrator Agent Architecture for Automating the Full Software Development Cycle: Concept and Organizational and Technical Aspects of Implementation

Borovskikh I.I., Sokolov M.A., Gizzatullin A.R.
Bauman Moscow State Technical University, Sandboxer LLC

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This article discusses the concept of a controlled orchestrator agent that automates the full software development cycle. The research object is a universal AI agent integrated into the production stack of a small IT team (Yandex.Tracker, Cursor IDE, GitLab). The subject of the study is the process of autonomously executing development tasks while maintaining the transparency and maintainability of the generated code. The methodology includes a comparative analysis of existing agent-based solutions, architectural design of an agent-based workflow, and organizational design of a pilot implementation plan. Unlike fully autonomous agents, which create an opaque execution process, the proposed architecture provides explicit execution flow control, sub-agents specializing by stages (Reasoning Agent for planning and error analysis; Coding Pipeline Agent for code generation), and built-in mechanisms for enforcing the project's architectural standards.

Keywords: AI agent, orchestrator agent, software development automation, Cursor IDE, LLM, RAG, self-healing, GitLab, Yandex.Tracker, development cycle.

References

1. Claude 4.6 Family: Technical Specifications [Electronic resource] / Anthropic. – 2026. – URL: https://www.anthropic.com/claude (date of access: 20.02.2026).
2. Claude Code Documentation: CLI and Headless Mode [Electronic resource] / Anthropic. – 2026. – URL: https://docs.anthropic.com/en/docs/agents-and-tools/claude-code (date of access: 20.03.2026).
3. Claude Cowork: Desktop Agent for Task Automation [Electronic resource] / Anthropic. – 2026. – URL: https://www.anthropic.com/research/building-desktop-agents (date of access: 20.03.2026).

4. Bai, Y. Retrieval-Augmented Generation for Code Repositories / Y. Bai, A. Jones, J. Kaplan [et al.] // Proceedings of ICML. - 2025. - Vol. 245. - P. 123-145.
5. Beck, K. Manifesto for Agile Software Development [Electronic resource] / K. Beck, M. Beedle, A. van Bennekum [et al.]. - 2001. - URL: https://agilemanifesto.org (accessed: 15.02.2026).
6. Cursor Agent Mode Technical Overview [Electronic resource] / Cur-sor Team. - 2025. - URL: https://docs.cursor.com/agent-mode (accessed: 18.02.2026).
7. Cursor IDE Documentation: Shadow Workspace [Electronic resource] / Cursor Team. – 2025. – URL: https://docs.cursor.com/shadow-workspace (date of access: 18.02.2026).
8. GitHub Copilot Coding Agent: Autonomous Issue Resolution [Electronic resource] / GitHub. – 2024. – URL: https://github.blog/copilot-agent (date of access: 20.02.2026).
9. GitHub Copilot Documentation [Electronic resource] / GitHub. – 2025. – URL: https://docs.github.com/copilot (date of access: 20.02.2026).
10. GitHub Copilot Workspace: Collaborative Development Environments [Electronic resource] / GitHub. – 2024. – URL: https://github.com/features/copilot-workspace (date of access: 20.02.2026).
11. GitLab CI/CD Documentation [Electronic resource] / GitLab Inc. – 2026. – URL: https://docs.gitlab.com/ee/ci/ (date of access: 22.02.2026).
12. Build with Google Antigravity, Our New Agentic Development Platform [Electronic resource] // Google Developers Blog. – 2025. – URL: https://developers.googleblog.com/build-with-google-antigravity-our-new-agentic-development-platform (date of access: 20.03.2026).
13. Jules: Asynchronous AI Coding Agent [Electronic resource] / Google Labs. – 2025. – URL: https://labs.google/jules (date of access: 20.03.2026).
14. Huang, S. Self-Healing Mechanisms in Autonomous AI Agents: Iteration Limits and Human Oversight / S. Huang, L. Zhang, X. Chen // AI Safety Journal. – 2025. – Vol. 12, No. 3. – P. 234–256.
15. Liu, C. Hallucinations in Code Change to Natural Language Generation: Prevalence and Evaluation of Detection Metrics / C. Liu, H. Y. Lin, P. Thongtanunam // Proceedings of IJCNLP-AACL. - 2025. - P. 1-15.
16. Lovable.dev Documentation: Agent Mode and Chat Mode [Electronic resource] / Lovable. - 2026. - URL: https://docs.lovable.dev (accessed: 20.03.2026).
17. Perplexity Computer: Multi-Model Orchestrator for Software Development [Electronic resource] / Perplexity AI. - 2026. - URL: https://www.perplexity.ai/hub/blog/perplexity-computer (accessed: 20.03.2026).
18. OpenClaw: Open-Source Agent Orchestration Platform [Electronic resource] / Sandboxer. – 2025. – URL: https://github.com/sandboxer/openclaw (date of access: March 20, 2026).
19. Developer Productivity Report 2025 [Electronic resource] / Software Engineering Insights Team // Stack Overflow. – 2025. – 120 p. – URL: https://stackoverflow.blog/productivity-2025 (date of access: February 19, 2026).
20. Bolt.new: AI-Powered Full-Stack Development [Electronic resource] / StackBlitz. – 2025. – URL: https://bolt.new/docs (date of access: February 21, 2026).
21. SWE-bench Verified Leaderboard (February 2026) [Electronic resource] / SWE-bench Team // Princeton University. – 2026. – URL: https://swebench.com/leaderboard (access date: 02/25/2026).
22. Wang, T. Challenges of Code Maintainability in Fully Autonomous AI Agents / T. Wang, H. Liu, P. Kumar // IEEE Software. – 2025. – Vol. 42, No. 2. – P. 78–91.
23. Williams, R. Merkle Tree Indexing for Large-Scale Code Repositories / R. Williams, M. Patel // ACM Transactions on Software Engineering. – 2025. – Vol. 51, No. 4. – P. 456–478.

Оценка участия боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в противодействии его последствиям

Гарькин Игорь Николаевич
кандидат исторических наук, кандидат технических наук, доцент, Заведующий кафедрой архитектуры, реставрации и дизайна, РУДН, garkin_in@pfur.ru,

Кашефи Бехзад
аспирант, Инженерная Академия, кафедра архитектуры, реставрации и дизайна, РУДН, Ashkan_kashefi@yahoo.com

В конструкциях с эксцентриситетом, помимо боковых устойчивых элементов, сонаправленных с землетрясением, боковые устойчивые элементы, перпендикулярные направлению боковой силы, также будут участвовать в кручении. Когда конструкция моделируется в трехмерном пространстве, элементы, перпендикулярные направлению землетрясения, участвуют в восприятии боковой силы; но в случаях, когда конструкция моделируется в двумерном пространстве, влияние этих элементов на восприятие боковой силы не учитывается. Для изучения важности этого вопроса стальные каркасы с различным количеством этажей, подвергнутые случайному эксцентриситету, были смоделированы в трехмерном и двумерном эквиваленте, и оценены внутренние силы элементов и смещение уровня крыши. При анализе результатов статических эквивалентных анализов было установлено, что степень участия боковых устойчивых элементов в перпендикулярном направлении незначительна в линейном диапазоне; однако результаты нелинейных динамических анализов показывают, что степень участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, значительна при восприятии боковых сил. Кроме того, участие этих элементов приводит к снижению перемещения конструкции.

Ключевые слова: стальной каркас, землетрясение, кручение, доля боковых устойчивых элементов.

1.Введение

Если центр масс и центр жесткости здания не совпадают, здание считается асимметричным, и при землетрясении, помимо боковых колебаний, возможно также скручивающее колебание. Ассиметричные конструкции более уязвимы к землетрясениям по сравнению с симметричными, и этот факт должен быть учтен при проектировании устойчивых элементов. В землетрясении 1985 года в Мексике сорок два процента зданий получили серьезные повреждения или разрушились из-за кручения, вызванного асимметрией конструкции [7]. Смотря на прошлые землетрясения, становится очевидно, что нерегулярные здания, по сравнению с регулярными, не показывают хорошей работы во время землетрясения, и влияние высших модов вибрации на сейсмический ответ этих зданий является определяющим. На основании этого, существующие неупорядоченности в конструкции должны быть подвергнуты более тщательному вниманию. Одно из самых ранних исследований в этой области было проведено Хаузнером и Оутинином в 1958 году[2]. Они показали, что в методе статического анализа, в котором сейсмические силы рассматриваются как постоянные нагрузки, приложенные к центру масс этажей конструкции, полученные проектные силы для асимметричных зданий значительно занижены. Также они показали, что эквивалентный статический метод, который является наиболее распространенным методом проектирования среди инженеров, теряет свою точность и достоверность с увеличением эксцентриситета. После этого Кан и Чопра [3] в ходе исследования пришли к выводу, что влияние крутящего момента в нелинейном диапазоне значительно зависит от соотношения крутильной и трансляционной частоты. Они заметили, что для конструкций с этим частотным соотношением больше 2 влияние крутильного сопряжения и деформация колонны увеличиваются с увеличением эксцентриситета, но для конструкций с частотным соотношением меньше 2 влияние крутильного сопряжения сложно и не проявляет упорядоченности. Недавно Лочини и его коллеги [4] провели несколько нелинейных динамических анализов на одноэтажных моделях с нерегулярным планом и различным сейсмическим поведением и пришли к выводам о максимальном смещении в нерегулярных зданиях. Конечно, позже Хомер и Фазила [1] показали, что результаты, полученные Лочини и его коллегами, верны только для моделей, которые они исследовали, и не подлежат обобщению.

Правила проектирования сейсмостойких зданий предлагают специальные инструкции для учета крутящего момента асимметричных зданий. Таким образом, обычно выход из центра проектирования (eD) представляется в виде линейной зависимости от статического выхода из центра (eS) между центром масс и центром жесткости. Исследования показывают, что реальное смещение не только не является линейным, но и зависит от множества параметров. В настоящее время только европейский стандарт 8EC не считает реальное эксцентриситет линейным. Для учета влияния крутильного момента при расчете проектных сил асимметричной конструкции, большинство норм предлагают два соотношения для проектного эксцентриситета. Кроме предложенного соотношения в кодексе 8EC, предложенные соотношения других кодексов зависят от eS. В то время как исследования показывают, что изменения eD с eS не являются линейными и зависят от других параметров конструкции, таких как отношение крутильной частоты к частоте передачи (Ω) и соотношение размеров. В большинстве проектных норм, помимо вычисленного эксцентриситета, учитывается случайный положительный и отрицательный эксцентриситет, равный 1 проценту размера здания в направлении, перпендикулярном приложению силы землетрясения. Случайное кручение, применяемое и реальное кручение, возникающее в конструкциях в результате применения динамических сил, усиливаются, но истинная причина этого до сих пор не установлена. Случайное скручивание в конструкциях возникает по различным причинам и должно применяться в соответствии с нормами кодекса. Точный анализ таких конструкций требует использования трехмерной модели и обычно возможен только с помощью компьютера; поскольку при сопротивлении силам, вызванным скручиванием, помимо боковых устойчивых элементов, сонаправленных с силой землетрясения, боковые устойчивые элементы, перпендикулярные направлению землетрясения, также играют значительную роль[6]. Цель этого исследования - оценить участие боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в противодействии его эффектам в конструкциях с эксцентричностью

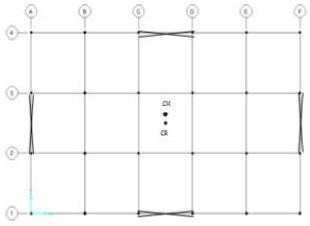
массы или жесткости; для этого будет проведено сравнение различных моделей в трехмерном и двумерном режимах, чтобы оценить степень участия боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в поглощении и выдерживании боковой силы землетрясения.

2.Предположения и моделирование

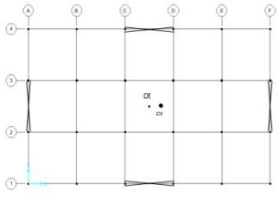
В этой статье рассматриваются трехмерные модели стальных конструкций с сосредоточенными рамами, подвергнутыми случайному закручиванию из-за случайного смещения на 5% от высоты здания в соответствии с нормами кодекса 2122 [1] с количеством этажей 5 и 10, с использованием статического анализа и временной истории. План моделей и положение центра масс (CM) по сравнению с центром жесткости (CR) для анализа конструкции по осям x и y показаны соответственно на рисунках 1 и 2. Длина пролетов в обоих направлениях составляет 5 метров, а высота этажей — 3/2 метра. Нагрузки на этажи для проектирования, в соответствии с шестой главой национальных строительных норм [8], составляют: постоянная нагрузка на этажи равна 600kgf/m², а на крыше равна 500kgf/m². Живое нагрузка этажей составляет 200kgf/m², а на крыше — 150kgf/m². Для всех моделей 0.35=A (район с очень высоким сейсмическим риском), 1=I (коэффициент важности жилого здания), 6=R и тип грунта III были приняты во внимание. Для выполнения проектирования и необходимых анализов использовалось программное обеспечение 2000SAP. Проведенные анализы включают линейный статический анализ и нелинейный временной анализ с использованием 4 записей землетрясения с характеристиками, указанными в таблице 1. Для создания потенциала нелинейного поведения в конструкции, с учетом шарнирных соединений балок и колонн, были использованы пластические узлы для колонн и связей. Учитывая, что целью настоящего исследования является изучение степени участия боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в восприятии боковых сил; следовательно, конструкции должны быть смоделированы без участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения. Поэтому для моделирования эквивалентных двумерных моделей, в которых эффект элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, не учитывается при восприятии боковых сил, трехмерный каркас конструкции сохраняется в моделировании, но жесткость диагональных связей, перпендикулярных направлению землетрясения, значительно снижена, чтобы величина силы, поглощаемой ими, была почти равна нулю.

Таблица 1
Характеристики выбранных землетрясений

№	Землетрясение	Дата	Расстояние от разлома, км	Магнитуда	Максимальное ускорение, g
1	Duzce	25.4.92	4/51	7/1	0/59
2	Northridge	17.1.94	20/27	6/7	0/59
3	Cape	12.11.99	1/61	7/1	0/357
4	El Centro	15.10.79	27/23	6/5	0/352



Фигура 1: План конструкции и эксцентриситет для анализа по оси x



Фигура 2: План конструкции и эксцентриситет для анализа по оси y

3. Анализ результатов

3.1 Внутренние силы элементов сопротивления

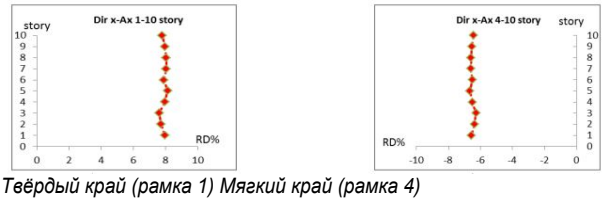
Выход из центра в конструкции приводит к увеличению внутренних сил боковых устойчивых элементов с мягким краем (край, ближе к центру массы) и снижению внутренних сил боковых устойчивых элементов с жестким краем (край, ближе к центру жесткости). В результате наличия боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, часть кручения поглощается этими элементами, что уменьшает увеличение внутренних сил боковых устойчивых элементов мягкого края и уменьшение внутренних сил боковых устойчивых элементов жесткого края (трехмерная модель). В эквивалентных двумерных моделях, где влияние элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, на сопротивление крутящему моменту устранено, увеличение внутренней силы боковых элементов на мягком крае и уменьшение внутренней силы боковых элементов на жестком крае становятся больше по сравнению с трехмерным состоянием.

С увеличением величины эксцентриситета, величина увеличения внутренних сил мягких крайних элементов и величина уменьшения внутренних сил жестких крайних элементов увеличиваются. Здесь с применением определенного смещения в соответствии с нормативами (5% от размера конструкции) было исследовано относительное различие внутренних сил боковых устойчивых элементов в трехмерном состоянии по сравнению с внутренними силами боковых устойчивых элементов в эквивалентном двумерном состоянии. Значение относительного отклонения (RD) внутренних сил элементов боковой устойчивости с мягким и жестким краем конструкции в трехмерном состоянии по сравнению с эквивалентным двумерным состоянием для пяти- и десятиэтажных зданий в статическом линейном анализе для элементов вдоль оси x в рисунках 3 и 4 и для элементов вдоль оси y в рисунках 5 и 6, а также в нелинейном динамическом анализе для элементов вдоль оси x в рисунках 7 и 8 и для элементов вдоль оси y в рисунках 9 и 10.

Результаты линейного статического анализа показывают, что внутренние силы элементов мягкого края в трехмерном состоянии меньше, чем в двухмерном, а в жестком крае больше. Полученные результаты зависят от относительного значения кручения конструкции, и с увеличением кручения значения для рассматриваемых параметров будут изменяться. Относительное отклонение в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным эквивалентом для смещения составляет 5 процентов от размера конструкции, вдоль оси x для жесткого края изменяется примерно от 7 до 8 процентов, а для мягкого края от 6 до 7 процентов. В результате, в каждом из двух краев их абсолютное значение имеет небольшое различие, и при изменении количества этажей также не наблюдается значительных различий. Относительное различие в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным в направлении y для жесткого и мягкого ребра составляет от 2 до 4 процентов. Учитывая, что размер относительного различия в элементах с мягким и жестким краем практически одинаков, можно сказать, что влияние участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, на сопротивление боковой силе в линейном статическом анализе на внутреннюю силу боковых устойчивых элементов обоих краев одинаково. Также полученные результаты на различных этажах одной модели практически одинаковы.

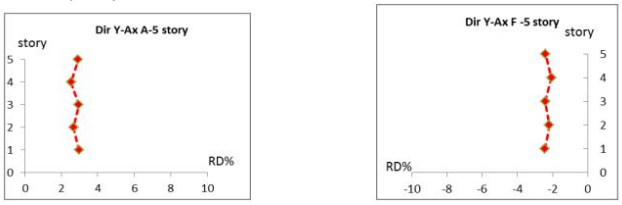
Результаты нелинейного динамического анализа показывают, что в отличие от результатов статического эквивалентного анализа, всегда не наблюдается уменьшения внутренних сил элементов мягкого края в трехмерных моделях по сравнению с эквивалентными двумерными моделями, а также увеличения внутренних сил элементов жесткого края в трехмерных моделях по сравнению с эквивалентными двумерными моделями. Поэтому, исключив участие перпендикулярных элементов в направлении землетрясения, нельзя утверждать, что внутренние силы боковых устойчивых элементов на жестком крае уменьшатся, а на мягком крае увеличатся. Полученные результаты для каждой модели различаются в зависимости от различных землетрясений и этажности этой модели.

Твёрдый край (рамка 1) Мягкий край (рамка 4)
Фигура 3: Относительная разница сил боковых устойчивых элементов по направлению x для пятиэтажной модели в трехмерном сравнении с двухмерным в статическом анализе



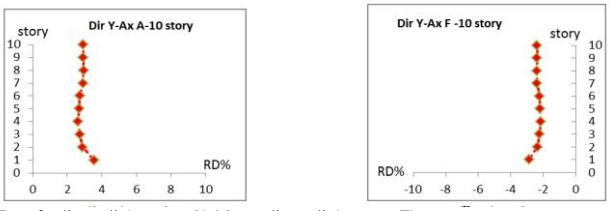
Твёрдый край (рамка 1) Мягкий край (рамка 4)

Фигура 4: Относительное различие сил боковых устойчивых элементов по оси x для десятиэтажной модели в трехмерном сравнении с двухмерным в статическом анализе



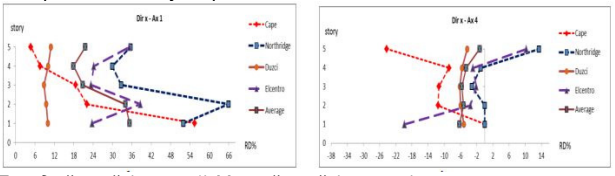
Твёрдый край (рамка A) Мягкий край (рамка F)

Фигура 5: Относительная разница сил боковых устойчивых элементов по оси y для пятиэтажной модели в трехмерном сравнении с двухмерным в статическом анализе



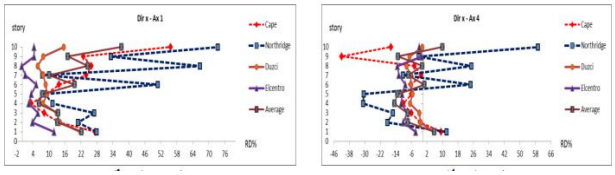
Твёрдый край (рамка A) Мягкий край (рамка F)

Фигура 6: Относительная разница в силах боковых устойчивых элементов в направлении y для десятиэтажной модели в трехмерном сравнении с двухмерным в статическом анализе



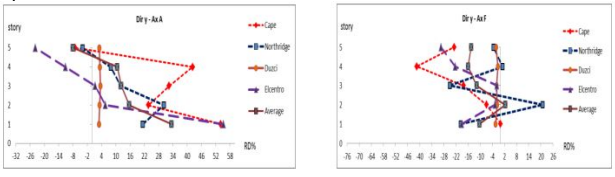
Твёрдый край (рамка 1) Мягкий край (рамка 4)

Фигура 7: Относительная разница в силах боковых устойчивых элементов по оси x пятиэтажной модели в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным под воздействием различных землетрясений.



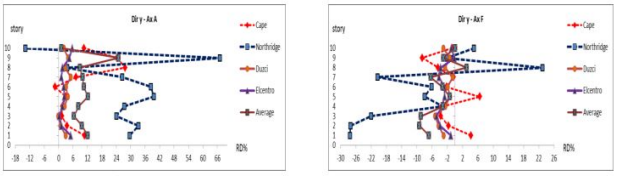
Твёрдый край (рамка 1) Мягкий край (рамка 4)

Фигура 8: Относительная разница сил боковых устойчивых элементов по оси x для десятиэтажной модели в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным под воздействием различных землетрясений.



Твёрдый край (рамка A) Мягкий край (рамка F)

Фигура 9: Относительная разница сил боковых устойчивых элементов в направлении y пятиэтажной модели в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным при различных землетрясениях.



Твёрдый край (рамка A) Мягкий край (рамка F)

Фигура: 11 Относительная разница в силах боковых устойчивых элементов по оси y десятиэтажной модели в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным при различных землетрясениях

Чтобы объяснить различия в результатах линейного статического анализа и нелинейного динамического анализа, следует учитывать, что в нелинейной области с образованием пластических суставов в боковых элементах, перераспределение нагрузки от суставов происходит между другими элементами. Таким образом, степень участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения в нелинейной области, также зависит от величины перераспределенной силы; потому что при перераспределении сил элементы, которые испытали меньшее снижение жесткости, будут иметь большую долю в восприятии перераспределенных сил. По этой причине участие элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в нелинейном диапазоне больше, чем в линейном, и величина относительного различия в нелинейном диапазоне непредсказуема. Другими словами, участие элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в сопротивлении боковой силе в нелинейном динамическом анализе зависит от уровня повреждения соединений, расстояния элемента от центра жесткости, величины перераспределяемой силы и характеристик землетрясения. При анализе результатов относительного различия внутренних сил боковых устойчивых элементов в трехмерном состоянии по сравнению с эквивалентом в двумерном состоянии можно сказать, что степень участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в сопротивлении боковой силе в нелинейном динамическом анализе может быть значительно выше, чем в линейном статическом анализе. Также, учитывая, что характеристики записей, включая их PGA, различаются, степень относительного различия внутренних сил устойчивых элементов под каждым из ускорений также различается. В сейсмограмме, где боковые элементы сопротивления не переходят в нелинейную стадию, полученные результаты не сильно отличаются от результатов линейного статического анализа.

3.2 Сдвиг уровня крыши

Для изучения влияния участия элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, на параметр ответа смещения уровня крыши в направлении силы землетрясения, смещение центра масс крыши в моделях в трехмерном и эквивалентном двумерном состоянии для направлений x и y получено из результатов анализа. Смещение уровня крыши, полученное в результате линейного статического анализа и нелинейного динамического анализа, соответственно, приведено в таблицах 2. В этой таблице указаны смещения в трехмерном моделировании, двухмерном моделировании и их относительная разница (RDD).

Таблица 2

Смещение уровня крыши в трехмерном и двумерном виде, полученное в результате линейного статического анализа

Модель	Смещение по оси X (3D), м	Смещение по оси X (2D), м	% RDD (X)	Смещение по оси Y (3D), м	Смещение по оси Y (2D), м	% RDD (Y)
5 этажный	0/0293	0/0295	-0/7	0/0390	0/0317	2/3
10 этажный	0/0880	0/1020	-13/7	0/0880	0/1030	-14/6

С учетом результатов, полученных в результате линейного статического анализа, наблюдается, что в 10-этажной раме смещение уровня крыши в обоих направлениях в трехмерных моделях значительно меньше, чем в двухмерных эквивалентах; в то время как в 5-этажной раме разница в результатах очень мала. Также, с учетом результатов нелинейного динамического анализа, смещение уровня крыши в трехмерных моделях по сравнению с двухмерными моделями в каждом из каркасов и в каждом направлении, а также под всеми применяемыми ускорениями, уменьшилось, причем это уменьшение варьируется от небольших до значительных значений в зависимости от применяемого ускорения. Поэтому в целом можно сказать, что наличие элементов, перпендикулярных направлению землетрясения в трехмерном моделировании, и их участие в восприятии силы землетрясения конструкцией с эксцентриситетом, приводит к снижению смещения уровня крыши.

Заключение

В этой статье оценено участие боковых устойчивых элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в сопротивлении боковым силам. Для этой цели были изучены трехмерные модели и эквивалентные двумерные модели стальных конструкций с сосредоточенными рамами, подвергнутыми случайному перекосу, вызванному случайным эксцентриситетом на 5% от высоты здания с количеством этажей 5 и 10, с использованием линейного статического анализа и нелинейного временного анализа.

Результаты линейного статического анализа показывают, что вклад элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в сопротивление боковой силе незначителен; относительное различие внутренних сил боковых элементов в трехмерном состоянии по сравнению с двухмерным составляет примерно 2-8 процентов в целом по моделям. Но в нелинейном динамическом анализе результаты отличаются; участие элементов, перпендикулярных направлению землетрясения, в нелинейном

динамическом анализе очень разнообразно и зависит от множества факторов, таких как степень нелинейного поведения конструкции при предполагаемом землетрясении, характеристики землетрясения, динамические характеристики конструкции и способ перераспределения сил, снятых с пластических соединений. В результате различия внутренних сил боковых устойчивых элементов, полученных при трехмерном и двумерном моделировании, в некоторых моделях и землетрясениях являются весьма значительными. Также смещение уровня крыши в трехмерном моделировании уменьшается по сравнению с двухмерным. Следует отметить, что результаты данного исследования для случайного смещения составляют 5 процентов от размера здания, и с увеличением кручения из-за таких факторов, как неупорядоченность, разница в результатах трехмерного и двумерного моделирования может увеличиваться.

Литература

1. Тена-Колунга, А. и Эскамилья-Крус, Х.Л. (2008), «Динамические усиления крутильных несбалансированных оснований изолированных конструкций», 14-я Всемирная конференция по сейсмостойкому строительству, Пекин, Китай.
2. Хауснер Г.В. и Утинен, Х. (1958), «Влияние крутильных колебаний на напряжения при землетрясениях», Бюллетень Сейсмологического общества Америки, 48, стр. 221-229.
3. Кан, Ч.Л. и Чопра, А.К. (1977), «Влияние крутильного сцепления на силы землетрясения в зданиях», Журнал Структурного Отдела, ASCE, 103(4), стр. 805-819.
4. Lucchini, A., Monti, G. и Kunnath, S. (2009), «Сейсмическое поведение одноэтажных зданий с асимметричным планом при одноплоскостном возбуждении», Инженерия сейсмостойких конструкций и динамика структур, 38(9), стр. 1053-1070.
5. Хумар, Дж.М. и Фазилех, Ф. (2010), «Обсуждение статьи «Сейсмическое поведение одноэтажных зданий с асимметричным планом при одноплоскостном возбуждении» А. Лучини, Г. Монти и С. Куннат», Инженерия сейсмостойких зданий и динамика конструкций, 39(6), стр. 705-708.
6. Вакабаяши, Минору. (Перевод Мохаммада Мехди Саадатпура), (1995), "Здания, устойчивые к землетрясениям", второе издание, Издательство Исфаханского политехнического университета.
7. Постоянный комитет по пересмотру правил проектирования зданий против землетрясений, (2005), «Правила проектирования зданий против землетрясений», стандарт, 2800, третье издание, Центр исследований зданий и жилищного строительства.
8. Офис разработки и продвижения национальных строительных норм, (2006), "Шестая глава национальных строительных норм: нагрузки на здание", Министерство жилищного строительства и городского развития

Assessment of the participation of lateral stabilizing elements, perpendicular to the direction of the earthquake, in counteracting its consequences

Kashefi B., Garkin I.N.
RUDN University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

In structures with eccentricity, in addition to lateral bracing elements aligned with the earthquake, lateral bracing elements perpendicular to the direction of the lateral force will also participate in torsion. When the structure is modeled in three-dimensional space, elements perpendicular to the direction of the earthquake participate in the perception of lateral forces; however, in cases where the structure is modeled in two-dimensional space, the influence of these elements on the perception of lateral forces is not taken into account. To study the importance of this issue, steel frames with varying numbers of floors, subjected to random eccentricity, were modeled in three-dimensional and two-dimensional equivalents, and the internal forces of the elements and the roof level displacement were evaluated. When analyzing the results of static equivalent analyzes, it was found that the degree of participation of lateral bracing elements in the perpendicular direction is insignificant in the linear range; however, the results of nonlinear dynamic analyzes show that the degree of participation of elements perpendicular to the earthquake direction is significant in resisting lateral forces. Moreover, the participation of these elements leads to a reduction in the displacement of the structure.

Keywords: steel frame, earthquake, torsion, proportion of lateral bracing elements.

Refrences

1. Tena-Colunga, A. and Escamilla-Cruz, J.L. (2008), “Dynamic amplifications of torsionally unbalanced base-isolated structures”, 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China.
2. Housner G.W. and Outinen, H. (1958), “The effect of torsional oscillations on earthquake stresses”, Bulletin of the Seismological Society of America, 48, pp. 221-229.
3. Kan, C.L. and Chopra, A.K. (1977), “Effect of torsional coupling on earthquake forces in buildings”, Journal of the Structural Division, ASCE, 103(4), pp. 805-819.
4. Lucchini, A., Monti, G. and Kunnath, S. (2009), “Seismic behavior of single-story asymmetric-plan buildings under uniaxial excitation”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 38(9), pp. 1053- 1070.
5. Humar, J.M. and Fazileh, F. (2010), “Discussion of ‘Seismic behavior of a single-story asymmetric-plan buildings under uniaxial excitation’ by A. Lucchini, G. Monti and S. Kunnath”, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 39(6), pp. 705-708.
6. Wakabayashi, Minoru. (Translation by Mohammad Mehdi Saadatpour), (1995), "Earthquake-Resistant Buildings," second edition, Isfahan Polytechnic University Press.
7. Permanent Committee for the Review of Earthquake-Resistant Building Design Codes, (2005), "Earthquake-Resistant Building Design Codes," standard, 2800, third edition, Center for Research in Buildings and Housing.
8. Office for the Development and Promotion of National Building Codes, (2006), "Chapter Six of the National Building Codes: Loads on Buildings," Ministry of Housing and Urban Development

Особенности осуществления вертолетных перевозок пассажиров и грузов к труднодоступным месторождениям углеводородов

Голыжникова Дарья Юрьевна
к.э.н., научный сотрудник Института Народнохозяйственного Прогнозирования РАН (ИНП РАН), ассистент кафедры Нефтегазотрейдинга и логистки, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, dariagol@ecfor.ru ;dariagolyzhnikova@gmail.com,

Прохоров Олег Андреевич
магистрант, кафедра Нефтегазотрейдинга и логистки, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, mr.oleg.prokhorov@mail.ru

В статье рассмотрены особенности организации и выполнения вертолётных перевозок персонала и грузов к морскому шельфу и нефтегазовым платформам на примере Варандея и Сахалина. Проведён анализ климатических и метеорологических условий, определяющих специфику и ограничения полётов в этих акваториях, а также дана характеристика состава и эксплуатационных параметров используемого вертолётного парка. На основе выполненного исследования выявлены основные проблемные зоны и риски, присущие воздушному сообщению в шельфовой зоне, включая факторы безопасности, логистические и технические сложности. Описаны направления развития отрасли, предложены практические мероприятия и инженерно-организационные решения, направленные на повышение надёжности, оперативности и экономической эффективности шельфовых вертолётных перевозок, а также обозначены перспективы внедрения новых технологий и методов управления рисками.

Ключевые слова: вертолетные перевозки, морские платформы, Варандей, Сахалин, авиация, персонал, грузы.

Введение

Современная энергетика находится в состоянии трансформации, вызванной целым рядом изменений на мировых рынках [1]. Морские нефтегазовые платформы в арктических и дальневосточных регионах России являются стратегическими объектами, требующими надёжного транспортного обеспечения [2]. Распространенным видом транспорта является малая авиация, которая помогает доставлять грузы первейшей необходимости и персонал месторождений [3]. Вертолетные перевозки персонала и грузов являются важным элементом обеспечения морских нефтегазовых операций, особенно на арктических и дальневосточных месторождениях, где доступ наземного транспорта либо полностью отсутствует, либо крайне затруднен [4]. Платформы Варандей и проекты на Сахалине иллюстрируют специфические операционные, метеорологические и экономические вызовы, характерные для поставки людей и материалов в сложных климатических и морских условиях.

В условиях удаленности и сложного доступак нефтегазовым месторождениям, где отсутствует необходимая автодорожная инфраструктура, используются разнообразные методы транспортировки, включая авиационные и мультимодальные перевозки. Особенно эффективной является доставка грузов на вертолетах, которые обеспечивают быстроту доставки и способны функционировать в условиях отсутствия дорожной сети.

Воздушные перевозки обладают специфическими характеристиками. К ним можно отнести следующие: маршруты вертолётов прокладываются с учётом сложности полётов для минимизации рисков; надёжность обеспечивается детальным планированием, проверенными техническими решениями и квалифицированным персоналом; разработаны инструкции для перевозки любых грузов, включая крупногабаритные и опасные; вредные вещества размещаются в специализированных контейнерах или с применением безопасных методов хранения; поставки медицинских изделий или пищевых продуктов с коротким сроком годности осуществляются с использованием специализированного оборудования для поддержания необходимых условий хранения.

Транспортировка товаров с помощью вертолета осуществляется различными методами, включая:

- загрузку вертолета, в том числе малогабаритными грузами;
- внешний способ, при котором применяется подвеска крупногабаритного предмета на закрепленный механизм;
- смешанный способ.

Основные преимущества вертолетной транспортировки обусловлены следующими аспектамизаключаются в её высокой скорости доставки, что особенно важно для скоропортящихся грузов, в том числе в удалённые, труднодоступные районы, универсальности в отношении типов перевозимых товаров, а такжеприменении надёжно спроектированных маршрутных схем и независимости от специально оборудованных аэродромов[5].

Рассмотрим далее особенности осуществления вертолетных перевозок на шельфовых платформах.

Сахалин-1 является одним из крупнейших проектов разработки морской нефтегазовой площади в России, осуществляемого посредством Соглашения о разделе продукции (СРП), вступившего в силу в 1996 году.Проект предусматривает разработку 4 морских месторождений. Сахалин-1 - проект технологических рекордов. Девять из десяти самых протяженных скважин в мире пробурено именно на его месторождениях [6].

Сахалин-2 представляет собой один из ведущих глобальных интегрированных проектов в области нефтегазовой промышленности, объединяющий разработку, эксплуатацию и переработку углеводородных ресурсов. В его рамках разведаны и активно используются два нефтегазовых месторождения в акватории Охотского моря [7].

В проектах разработки сахалинского шельфа вертолётный транспорт является ведущим элементом логистической системы обслуживания морских нефтегазодобывающих платформ. Вертолёты используются для вахтовой ротации персонала, доставки срочных и негабаритных грузов, а также для обеспечения аварийно-спасательных и медицинских операций. Регулярные вертолётные рейсы выполняются с береговых логистических баз на платформы PA-A, PA-B, PA-C («Сахалин-2»), а также на платформы «Орлан» и «Беркут» («Сахалин-1»), что позволяет поддерживать непрерывный режим эксплуатации офшорных объектов при сложных гидрометеорологических условиях. Исследования показывают,

что погодные условия (низкая облачность, сильный ветер, обледенение, туманы) существенно влияют на регулярность вертолётных рейсов и требуют внедрения специализированных процедур планирования и диспетчерского сопровождения полётов, а также оснащения вертолётов современными навигационными и противообледенительными системами. Вертолётные площадки на платформах проектируются с учётом международных и российских норм, предусматривающих требования к размеру, несущей способности, системам пожаротушения и светосигнальному оборудованию.

К особенностям вертолетных перевозок относят возможность их осуществления только при соблюдении метеоминимумов, что требует сложного планирования, мониторинга и резервных маршрутов. Высокие требования к безопасности и подготовке (HUET, спасжилеты, плоты) повышают затраты. Площадки на платформах ограничены по размеру, несущей способности и требуют обслуживания (обледенение, пожар). Небольшой парк сертифицированных вертолётов и высокие эксплуатационные расходы делают логистику уязвимой [8].

Вертолётный транспорт дополняет работу судов обеспечения, обеспечивая высокую оперативность доставки персонала и критически важных грузов, что особенно важно при проведении аварийно-восстановительных и ремонтных работ на морских платформах. В совокупности это позволяет рассматривать вертолётное обеспечение как неотъемлемый элемент устойчивости и безопасности функционирования шельфовых нефтегазовых проектов на Сахалине [9].

Варандей– это поселок в Ненецком автономном округе. Расположенный на берегу Печорского моря, он является закрытой вахтовой территорией. Вблизи находятся несколько крупных нефтяных месторождений. В поселке функционируют аэропорт и морской порт, принимающий суда из России и других стран. Транспортировка грузов осуществляется на постоянной основе, хотя для отдельных видов перевозок действуют сезонные ограничения.

Аэропорт Варандея обслуживает рейсы из Нарьян-Мара, Усинска и Архангельска, позволяя осуществлять грузоперевозки круглогодично. Однако здесь имеются сложности иного плана. Аэропорт этого села принимает воздушные суда 3-го класса, что накладывает ограничения на грузоперевозки.

Морская Ледостойкая Стационарная Платформа «Приразломная» (МЛСП «Приразломная»), обеспечивающая разработку Приразломного месторождения, находится на юго-восточном мелководном шельфе Баренцева моря (Печорское море) в исключительной экономической зоне, в 55 км от береговой линии, 58 км от пос. Варандей и 250 км от города Нарьян-Мар (рис. 1).

Рисунок 1. Приразломное месторождение [11]

МЛСП «Приразломная» – первая в мире стационарная платформа, с которой начали добывать нефть на шельфе Арктики в сложных условиях дрейфующих ледовых полей. В настоящий момент это единственная платформа, ведущая добычу нефти на российском арктическом шельфе. На МЛСП «Приразломная» в круглогодичном непрерывном режиме осуществляются основные и вспомогательные производственные процессы: бурение скважин, добыча, подготовка нефти и её отгрузка [10]. Глубина моря в районе месторождения составляет 19–20 м. Запасы нефти Приразломного месторождения превышают 70 млн тонн [11].

Платформа «Приразломная» рассчитана на круглогодичный непрерывный режим работы с учетом регулярного снабжения необходимыми материалами и продовольствием через каждые 15-60 суток, для чего используются морские суда и вертолеты [10].

В 2020 году компания «Газпром нефть» успешно ввела в эксплуатацию вертодром в Варандее. Проектирование данного объекта, получившего название «Арктический», началосьв 2015 году. За период с 2015 по 2020 год было доставлено примерно 50 тысяч тонн строительных материалов и технического оборудования. В ходе возведения вертодрома были внедрены передовые технологии, позволяющие адаптировать его функционирование к экстремальным условиям Арктики.

Продолжительность авиаперелета из Варандея на МЛСП «Приразломная», в среднем, занимает 40 минут. Персонал доставляют модернизированные вертолеты МИ-8 АМТ, эксплуатируемые авиакомпанией «Газпром авиа».

В проектной транспортно-логистической системе Приразломного месторождения активно используются уникальные офшорные аэрокосмические аппараты, модифицированные для операций над водной поверхностью в строгом соответствии с высокими стандартами безопасности. Каждый вертолет оборудован индикаторными световыми дорожками, выдавливаемыми окнами и двумя спасательными плотами на 25 мест каждый [12].

Районы полётов и типичный вертолётный парк

На Сахалине полёты выполняются, как правило, с береговых баз (Южно-Сахалинск, Оха, Ноглики и др.) на морские платформы «Моликпак», Лунская-А и др. Дальность маршрутов обычно составляет 80–250 км в условиях муссонного климата, частых туманов, сильных ветров и интенсивной циклонической деятельности [4]. По данным операторов и открытых сообщений, для офшорной транспортной работы применялись/применяются: отечественные вертолётыМи-8АМТ/МТВ/171, зарубежные вертолёты семейства AS332L/L1/EC225 (H225) Super Puma, эксплуатировавшиеся подрядчиками Sakhalin Energy и др. до ужесточения санкционных ограничений.

Основным типом воздушного судна в сообщении с МЛСП «Приразломная» являются различные модификации Ми-8/Ми-171 в арктическом исполнении, оснащённые системами обогрева, противообледенительными устройствами и оборудованием для полётов по приборам (IFR) над морем [13].

В таблице 1 обобщены ключевые характеристики типичных вертолётов, применяемых или применявшихся для офшорных операций на Сахалине и ЛМСП «Приразломная», по данным производителей и отраслевых публикаций.

Таблица 1
Сравнение вертолётов для офшорных перевозок на Сахалине и ЛМСП «Приразломная»

Показатель	Ми-8АМТ/МТВ/171 (Россия)	AS332L1 SuperPuma	EC225 / H225 (Airbus)	Ми-38 (Россия)
Типичный регион применения	Сахалин, Приразломная, др. шельф РФ	Сахалин (междунар. операторы, до санкций)	Сахалин / другие офшорные регионы (до санкций)	Арктика и Сахалин
Экипаж, и макс. кол-во пассажиров чел.	2 / 19-24	2 / 19-24	2 / 8-25	2 / 24-30
Крейсерская скорость, км/ч	225–250	278	260	275–285
Макс. полезная нагрузка (кг) на внешней подвеске	до 4000	до 4500	до 5700	до 5000
Наличие противообледенительной системы	есть	есть	развитая система	заявлена
Системы безопасности и SAR-оснащение	настраиваемые: аварийные плоты, спасжилеты, радиомаяки – зависят от оператора	специализированные офшорные комплектации, плоты, аварийные выходы, кресла energy-absorbing	высокий стандарт безопасности, соответствие IOGP, развитые системы предупреждения	ориентирован на современные нормы, возможна интеграция стеклянной кабины, продвинутых систем
Преимущества в российских арктических условиях	высокая ремонтопригодность, широкая сеть эксплуатации, адаптация к холоду	высокий комфорт, стандартизированный офшорный пакет, но ограниченная доступность в РФ	высокая надёжность и офшорная специализация, но санкционные ограничения	повышенные лётные данные, ресурс и комфорт; пока ограниченный парк

Составлено автором на основе [14-19]

Для российских шельфовых регионов базовым типом остаётся семейство Ми-8/171, тогда как зарубежные SuperPuma/EC225 в основном

использовались на Сахалине в рамках проектов с международным участием. В сравнении с EC225/H225 отечественные машины уступают по уровню пассивной безопасности и эргономики салона, хотя современные модификации (Ми-171А2 и др.) частично сокращают это отставание.

На основании вышеизложенного, можно систематизироватьследующие проблемы при осуществлении вертолетных перевозок (таблица 2).

Таблица 2

Основные проблемы вертолётных перевозок на шельфе и их специфика для Сахалина и ЛМСП «Приразломная

№	Проблема	Проявление на Сахалине	Проявление на ЛМСП «Приразломная»	Возможные меры снижения риска
1. 1	Сложные и быстро меняющиеся метеоусловия	Частые туманы, низкая облачность,; резкое ухудшение погоды на маршруте «берег – платформа»	Арктические фронты, пурги, полярная ночь; резкие перепады видимости и ветра, длительные периоды неблагоприятной погоды	Развитие метеосети и НИОКР по локальным прогнозам; внедрение современных навигационных и метеосистем
2. 3	Экстрем.температуры и обледенение	Обледенение в осенне-зимний сезон, низкие температуры на высотах, рост отказов систем без должной подготовки	Длительные периоды сильных морозов, интенсивное обледенение, повышенный износ агрегатов	Применение арктических модификаций вертолётов, регламентация запусков и ТО при низких температурах, предварительный подогрев
3. 4	Ограниченность и специфика вертолётного парка	Зависимость от семейства Ми-8/171; сокращение присутствия западных офшорных вертолётов (AS332/EC225) из-за санкций	Почти полная опора на Ми-8/171 в арктическом исполнении; ограниченное внедрение более современных типов (Ми-38, Ми-171А2)	Модернизация существующего парка (авионика, ППОС, интерьер); ускорение сертификации новых типов под офшор; создание устойчивой сети ТОиР в базах вылета
4. 2	Полёты над морем, отсутствие площадок для посадки	Вынужденная посадка практически всегда означает аварийно-спасательную операцию на воде; зависимость от оснащения плотов и выучки экипажа	То же, усугублённое ледовой обстановкой и низкой температурой воды, очень малое время выживания без средств защиты	Обязательное аварийно-спасательное оснащение (плоты, ГТК, PLB), регулярные тренировки HUET; развитие береговых и морских SAR-сил
5. 6	Инфраструктурные ограничения	Нехватка полноценных береговых баз, особенно в северных районах Сахалина; ограниченная наземная навигационная инфраструктура	Удалённость «Приразломной» от развитой инфраструктуры; малое число запасных аэродромов с нужным уровнем ТО и метеообеспечения	Развитие береговых хабов, установка дополнительных навигационных средств (включая спутниковые), создание выездных ремонтных и аварийных команд
6. 9	Дефицит квалифицированного персонала	Ограниченное число пилотов с опытом офшорных IFR-полётов; необходимость регулярных тренингов и HUET	Дополнительно – необходимость специфического арктического опыта; высокая нагрузка и риск выгорания экипажей	Создание специализированных центров подготовки (офшор + Арктика), программы удержания персонала, ротации и психологическая поддержка экипажей
7. 5	Высокие требования к безопасности полётов и человеческий фактор	IFR-полёты над морем, полные борта персонала; давление производственных графиков (вахты, непрерывность добычи)	Полёты в экстремальных условиях с минимальными резервами посадочных площадок; высокая нагрузка на экипаж в полярную ночь и при низких температурах	Жёсткая культура безопасности (SMS), CRM-тренинги, ограничение «давления выполнения задания», регулярные тренировки аварийных процедур
8. 7	Нормативно-правовые и стандарт-образующие вызовы	Необходимость сочетания ФАП РФ с требованиями IOGP/EASA при международном участии; постоянное ужесточение офшорных стандартов	Фокус на российских ФАП и арктических регламентах; интеграция международных подходов к SAR и управлению рисками в условиях ограничений по технике	Гармонизация национальных норм с международными; адаптация отраслевых стандартов IOGP к российским реалиям; создание единых корпоративных стандартов операторов
9. 8	Экономические и логистические ограничения	Высокая стоимость часа налёта, зависимость от загрузки бортов и оптимального расписания; влияние погодных «окон»	Ещё более высокая себестоимость из-за удалённости и сложности условий; критическая зависимость добычи от устойчивости вертолётного снабжения	Оптимизация графиков и маршрутов, совместное использование ресурсов между проектами, развитие комбинированной логистики (морской + вертолётный транспорт)

Составлено автором на основе [4, 5, 8, 9]

Перспективы вертолётных перевозок персонала и грузов на шельфе

Перспективное развитие вертолётных перевозок на российских шельфовых проектах (Сахалин, ЛМСП «Приразломная» и другие арктические объекты) определяется совокупностью технологических, нормативных и экономических факторов. Можно выделить несколько ключевых направлений, они представлены в таблице 3.

Таблица 3

Основные направления развития вертолетных перевозок вертолётных перевозок на шельфе

№ п/п	Направление	Характеристика
1.	Адаптация к усилению климатических и арктических вызовов	усиление противообледенительных систем и разработка новых методик оценки риска обледенения на маршрутах, повышение автономности платформ и баз, расширение сети арктических и дальневосточных метеопостов, в том числе автоматических морских буёв и спутникового мониторинга
2.	Обновление и модернизация вертолетного парка	Совершенствование конструкторских и эксплуатационных характеристик вертолетов (внедрение современных систем управления полётом (AFCS/FMS), улучшенных средств навигации
3.	Цифровизация и повышение качества навигационно-метеорологического обеспечения	Предполагает расширение использования спутниковой навигации, интеграцию точных цифровых карт шельфовых районов в бортовые комплексы, а также внедрение систем спутниковой связи и обмена данными в реальном времени между вертолётом, береговыми службами и морскими объектами (оперативное обновление метеоинформации, маршрутов уклонения, SAR-координация)
4.	Развитие беспилотных и роботизированных решений	Появление возможности применения тяжёлых БПЛА для отдельных шельфовых задач (доставка малых грузов, экспресс-доставка критически важных деталей, разведка ледовой обстановки и метеоусловий) в долгосрочной перспективе
5.	Институциональные и кадровые перспективы	создание специализированных центров подготовки экипажей и инженерного состава под офшорные и арктические операции (включая тренажёры IFR-полётов над морем и полигоны HUET), а также развитие корпоративных и межотраслевых стандартов (учитывающих как международный опыт (IOGP, UK CAA), так и российскую специфику) и программ удержания и мотивации персонала, работающего в сложных климатических и производственных условиях

Таким образом, совершенствование вертолётной логистики на шельфе требует комплексного подхода для обеспечения его бесперебойной деятельности. Скорость и экономичностьдоставки персонала и материально-технических средств, а также возможность оперативного реагирования на возникающие аварийные ситуации являются важнейшими показателями эффективности вертолетных перевозок.

Заключение

Вертолетные перевозки грузов и персонала на морские шельфовые объекты, в том числе платформы Сахалина и ЛМСП «Приразломнная», являются важной составляющей логистической и производственной инфраструктур нефтегазового комплекса. В условиях удалённости объектов от берега, ограниченности навигационного периода для судов и высокой динамики технологических процессов именно вертолёт обеспечивает непрерывность вахтовой ротации, оперативную доставку оборудования и материалов, а также готовность к экстренной эвакуации и проведению аварийно-спасательных работ. По сути, уровень безопасности и устойчивости функционирования шельфовых проектов во многом определяется надёжностью и организованностью вертолётного сообщения.

В условиях расширения арктической деятельности и усложнения внешней среды именно качественно организованная вертолётная логистика становится одним из ключевых факторов долгосрочной устойчивости и конкурентоспособности отечественных шельфовых нефтегазовых операций.

Литература

1. Голыжникова, Д.Ю. Сравнительный экономический анализ добычи и экспорта трубопроводного газа и сжиженного природного газа /

Д.Ю. Голыжникова // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2025. – Т. 23, № 2. – С. 81-104.

2. Воронина Е.П. Логистика нефтегазотранспорта Арктического региона Российской Федерации: современное состояние и приоритеты развития// Экономика и бизнес: теория и практика. 2020. №11-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ Logisticika-neftegazotransporta-arkticheskogo-regiona-rossiyskoy-federatsii-sovremennoe-sostoyanie-i-prioritety-razvitiya (датаобращения: 28.02.2026).

3. Шорин, М. И. Логистические аспекты функционирования нефтегазовых месторождений / М. И. Шорин // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 6. – URL: https://esj.today/PDF/43FAVN624.pdf

4. Бадина С.В., Панкратов А.А., Янков К.В. Проблемы транспортной доступности изолированных населённых пунктов Европейского сектора Арктической зоны России [Электронный ресурс]. URL: https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2020/10/transportnaya-dostupnost-izolirovannyh-arkticheskih-territorij-evropejskoj-chasti-rossii.-yankov-k.v..pdf(дата обращения: 28.02.2026).

5. Вертолётные перевозки груза по территории НАО. URL: https://vezutsvoi.ru/uslugi/vertoljotnyj-perevozki.html(дата обращения: 28.02.2026).

6. Сахалин-1. Шельфовый проект добычи нефти и газового конденсата. URL:https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/714124-sakhalin-1/(дата обращения: 28.02.2026).

7. Что такое Сахалин-2? [Электронный ресурс]. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/neftegazopromysel/720015-sakhalin-2/(дата обращения: 28.02.2026).

8. Вертолетные перевозки на Сахалин [Электронный ресурс] // RailGroup. URL:https://rail-group.ru/catalog/aviaperevozki-gruzov/po-rossii/moskva-sahalin/(дата обращения: 01.03.2026).

9. Арктика: ледоколы, вертолёты – далеко видящие помощники вчера и сегодня [Электронный ресурс] // HelicoRussia. URL:https://helico-russia.ru/blog/arktika-ledokoly-vertolety-daleko-vidyashchie-pomoshchniki-vchera-i-segodnya/(дата обращения: 28.02.2026).

10. Техническое перевооружение МЛСП «Приразломная». – Новорссийск, 2020. URL:https://adm-nmar.ru/upload/iblock/071/OVOS_Prirazlomnaya_21.03.20_DTP_TSLS-s-Titulom-Zakazchika.pdf(дата обращения: 28.02.2026).

11. Месторождение «Приразломное». Газпром. URL: https://www.gazprom.ru/projects/prirazlomnoye/ (дата обращения: 28.02.2026).

12. «Газпром нефть» начала эксплуатацию нового вертодрома «Арктический» в пос. Варандей. Neftegaz.RU. URL:https://neftegaz.ru/news/aviatehnika/651979-gazprom-neft-nachala-ekspluatatsiyu-novogo-vertodroma-arkticheskiy-v-pos-varandey/(дата обращения: 28.02.2026).

13. Мурманская область первой в России получила вертолёты Ми-8 в арктическом исполнении [Электронный ресурс]. URL:https://news.rambler.ru/army/51009596-murmanskaya-oblast-pervoy-v-rossii-poluchila-vertolety-mi-8-v-arkticheskom-ispolnenii/(дата обращения: 28.02.2026).

14. АérospatialeAS.332 SuperPuma [Электронныйресурс].URL:https://ru.ruwiki.ru/wiki/A%C3%A9rospatiale_AS.332_Super_Puma?ysclid=mm7aj57hjb944871527(датаобращения: 01.03.2026).

15. Airbus Helicopters H225 (EC225) [Электронныйресурс] // Jets.ru. URL: https://jets.ru/enc/H225/ (датаобращения: 01.03.2026).

16. Eurocopter EC225 SuperPuma [Электронный ресурс]. URL: https://nihonkoku-shoukan.fandom.com/wiki/Eurocopter_EC225_Super_Puma(дата обращения: 01.03.2026).

17. Вертолёт Ми-8 (АМТ/МТВ) [Электронный ресурс] // PANH. URL: https://panh.ru/park-tehniki/mi-8-%28amtmtv%29 (дата обращения: 01.03.2026).

18. Вертолёт Ми-8 [Электронный ресурс] // Conversavia. URL: https://conversavia.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid= (дата обращения: 01.03.2026).

19. Вертолёт Ми-38 [Электронный ресурс] // HeliSystems. URL: https://helisystems.ru/mi-38/ (дата обращения: 01.03.2026).

Features of helicopter transportation of passengers and cargo to hard-to-reach hydrocarbon deposits

Golyzhnikova D.Yu., Prokhorov O.A.

Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University)

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article provides a comprehensive examination of the organization and execution of helicopter transport of personnel and cargo to offshore areas and oil and gas platforms, illustrated by the Varandey and Sakhalin cases. It analyses climatic and meteorological conditions that shape flight specifics and operational constraints in these waters, and it characterizes the composition and performance parameters of the helicopter fleet employed. Based on the study, the main problem areas and risks inherent to offshore air links are identified, including safety, logistical, and technical challenges. The paper outlines development directions and proposes practical, engineering-organizational measures to improve the reliability, responsiveness, and economic efficiency of offshore helicopter operations, and it highlights prospects for adopting new technologies and advanced risk-management approaches.

Keywords: helicopter transportation, offshore platforms, Varandey, Sakhalin, aviation, personnel, cargo.

References

1. Golyschnikova, D.Yu. Comparative economic analysis of production and export of pipeline gas and liquefied natural gas / D.Yu. Golyschnikova // Scientific Works: Institute of National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences. – 2025. – Vol. 23, No. 2. – Pp. 81–104.
2. Voronina, E.P. Logistics of oil and gas transport in the Arctic region of the Russian Federation: current state and development priorities // Economics and Business: Theory and Practice. 2020. No. 11-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/Logisticika-neftegazotransporta-arkticheskogo-regiona-rossiyskoy-federatsii-sovremennoe-sostoyanie-i-prioritety-razvitiya (accessed: 28.02.2026).
3. Shorin, M.I. Logistical aspects of the operation of oil and gas fields / M.I. Shorin // Bulletin of Eurasian Science. – 2024. – Vol. 16. – No. 6. – URL: https://esj.today/PDF/43FAVN624.pdf
4. Badina, S.V., Pankratov, A.A., Yankov, K.V. Problems of transport accessibility of isolated settlements in the European sector of the Arctic zone of Russia [Electronic resource]. URL:https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2020/10/transportnaya-dostupnost-izolirovannyh-arkticheskih-territorij-evropejskoj-chasti-rossii.-yankov-k.v..pdf(accessed: 28.02.2026).
5. Helicopter cargo transportation in the NAO. URL:https://vezutsvoi.ru/uslugi/vertoljotnyj-perevozki.html(accessed: 28.02.2026).
6. Sakhalin-1. Offshore oil and gas condensate production project. URL: https://neftegaz.ru/tech-library/mestorozhdeniya/714124-sakhalin-1/(accessed: 28.02.2026).
7. What is Sakhalin-2? [Electronic resource]. URL:https://neftegaz.ru/tech-library/neftegazopromysel/720015-sakhalin-2/(accessed: 28.02.2026).
8. Helicopter transportation to Sakhalin [Electronic resource] // Rail Group. URL:https://rail-group.ru/catalog/aviaperevozki-gruzov/po-rossii/moskva-sahalin/(accessed: 01.03.2026).
9. Arctic: icebreakers, helicopters – far-seeing helpers yesterday and today [Electronic resource] // Helico Russia. URL:https://helico-russia.ru/blog/arktika-ledokoly-vertolety-daleko-vidyashchie-pomoshchniki-vchera-i-segodnya/(accessed: 28.02.2026).
10. Technical re-equipment of the MLSP “Prirazlomnaya”. – Novorossiysk, 2020. URL:https://adm-nmar.ru/upload/iblock/071/OVOS_Prirazlomnaya_21.03.20_DTP_TSLS-s-Titulom-Zakazchika.pdf(accessed: 28.02.2026).
11. Prirazlomnoye field. Gazprom. URL:https://www.gazprom.ru/projects/prirazlomnoye/(accessed: 28.02.2026).
12. “Gazprom Neft” started operation of the new “Arkticheskiy” helipad in Varandey settlement. Neftegaz.RU. URL:https://neftegaz.ru/news/aviatehnika/651979-gazprom-neft-nachala-ekspluatatsiyu-novogo-vertodroma-arkticheskiy-v-pos-varandey/(accessed: 28.02.2026).
13. Murmansk region became the first in Russia to receive Mi-8 helicopters in Arctic configuration [Electronic resource]. URL:https://news.rambler.ru/army/51009596-murmanskaya-oblast-pervoy-v-rossii-poluchila-vertolety-mi-8-v-arkticheskom-ispolnenii/(accessed: 28.02.2026).
14. Aérospatiale AS.332 Super Puma [Electronic resource]. URL:https://ru.ruwiki.ru/wiki/A%C3%A9rospatiale_AS.332_Super_Puma?ysclid=mm7aj57hjb944871527(accessed: 01.03.2026).
15. Airbus Helicopters H225 (EC225) [Electronic resource] // Jets.ru. URL:https://jets.ru/enc/H225/(accessed: 01.03.2026).
16. Eurocopter EC225 Super Puma [Electronic resource]. URL:https://nihonkoku-shoukan.fandom.com/wiki/Eurocopter_EC225_Super_Puma(accessed: 01.03.2026).
17. Helicopter Mi-8 (AMT/MTV) [Electronic resource] // PANH. URL: https://panh.ru/park-tehniki/mi-8-%28amtmtv%29(accessed: 01.03.2026).
18. Helicopter Mi-8 [Electronic resource] // Conversavia. URL: https://conversavia.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=(accessed: 01.03.2026).
19. Helicopter Mi-38 [Electronic resource] // HeliSystems. URL: https://helisystems.ru/mi-38/ (accessed: 01.03.2026).

Сравнительная оценка локальной и серверной ааа в корпоративной сетевой инфраструктуре: влияние на инциденты информационной безопасности, аудит действий администраторов и бизнес-риски

Круглов Анатолий Михайлович
ассистент, МИРЭА – Российский технологический университет, kruglov@mirea.ru,

Душко Илья Александрович
студент, МИРЭА – Российский технологический университет, id9104875003@yandex.ru,

Редькин Илья Дмитриевич
студент, МИРЭА – Российский технологический университет, ombrello.277@gmail.com,

Юркова Виолетта Романовна
студент, МИРЭА – Российский технологический университет, vio.iurkova@icloud.com

В статье рассматривается влияние архитектуры AAA (Authentication, Authorization, Accounting) на безопасность корпоративной сетевой инфраструктуры, контроль привилегированного доступа и устойчивость бизнес-процессов. Особое внимание уделяется тому, как правильно спроектированная AAA-система позволяет минимизировать риски внутренних и внешних угроз, включая несанкционированное повышение привилегий, утечку учетных данных и скрытое злоумышленное администрирование. Сравниваются две модели организации доступа администраторов: локальная (основанная на статических конфигурациях устройств) и серверная (централизованная, с поддержкой протоколов RADIUS или TACACS+). Для сопоставления предложена система критериев, учитывающая скорость выдачи и отзыва привилегий, полноту атрибуции действий (кто, когда, с какого хоста и какие команды выполнял), трудоемкость аудита и возможные последствия инцидентов информационной безопасности. Результаты моделирования показывают преимущество серверной AAA по критериям расследуемости, централизации управления и снижения операционных рисков, особенно в распределенных сетях с большим числом администраторов. Одновременно обосновывается необходимость резервирования центрального AAA-узла и применения аварийных сценариев доступа: например, использование локальных fallback-аккаунтов с жесткой ротацией паролей и изолированным хранением в сейф-менеджерах, а также периодическое тестирование отказоустойчивости. Такой комплексный подход гарантирует баланс между строгим контролем и непрерывностью работы критических сервисов даже при выходе из строя сервера аутентификации.

Ключевые слова: AAA, аутентификация, авторизация, учёт, корпоративная сеть, привилегированный доступ, аудит действий администраторов, информационная безопасность, бизнес-риск.

Введение

Современная корпоративная сеть перестала быть лишь технической подсистемой и превратилась в критически важный элемент, связывающий бизнес-процессы, распределённые филиалы, облачные сервисы и взаимодействие с клиентами. В этих условиях любое решение, касающееся административного доступа к сетевой инфраструктуре, напрямую влияет на непрерывность бизнеса, время восстановления после инцидентов и способность организации доказуемо контролировать действия лиц с повышенными полномочиями [4; 6].

По мере роста инфраструктуры локальная AAA, при которой учётные записи и роли хранятся непосредственно на каждом устройстве, начинает создавать системные ограничения. К ним относятся значительные задержки при отзыве доступа уволенных или переведённых сотрудников, сложность сбора полной картины действий администратора и высокая доля ручных операций. В свою очередь, серверная AAA выносит процессы аутентификации, авторизации и учёта в централизованный слой управления, что повышает прозрачность, дисциплину и управляемость [1; 2]. Однако такой подход создаёт зависимость от доступности центрального узла, что требует дополнительных инвестиций в резервирование и аварийные процедуры.

Таким образом, возникает необходимость не в простом техническом сравнении протоколов, а в комплексной оценке архитектур AAA через призму рисков, стоимости контроля и бизнес-последствий. Цель настоящего исследования — разработать и апробировать подход к сравнительной оценке локальной и серверной AAA в корпоративной сетевой инфраструктуре с точки зрения их влияния на инциденты информационной безопасности, аудит действий администраторов и бизнес-риски. Гипотеза исследования состоит в том, что серверная модель обеспечивает более высокую прослеживаемость привилегированных действий и снижает бизнес-риск, несмотря на повышенные требования к отказоустойчивости центрального узла [7; 9].

Обзор литературы

В научной литературе AAA традиционно рассматривается как фундаментальная триада контроля доступа: аутентификация, авторизация и учёт событий [1; 2; 3]. Большинство работ посвящено техническим аспектам реализации протоколов RADIUS и TACACS+ и их интеграции с различным сетевым оборудованием. В то же время значительное внимание уделяется проблемам привилегированного доступа и угрозам инсайдера, где подчёркивается, что риски возникают не только от внешних атак, но и от ошибок конфигурации, избыточных прав и использования общих учётных записей [10–14].

Документы NIST и CISA акцентируют важность централизованного управления идентичностью, непрерывного журналирования и соответствия принципам Zero Trust Architecture [4–8]. В российской нормативной базе аналогичные вопросы отражены в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации [15], ГОСТ Р 57580.1-2017 и приказах ФСТЭК России [18–20].

Однако между техническими описаниями AAA и оценкой их влияния на бизнес-показатели (время расследования инцидентов, трудоёмкость аудита, потенциальный ущерб от ошибочных команд) до сих пор существует заметный разрыв. Настоящая статья восполняет этот пробел, предлагая единую модель оценки, которая связывает архитектурные характеристики AAA с организационными и экономическими последствиями.

Методология исследования

Исследование выполнено методом сценарного архитектурного моделирования. В качестве объекта выбрана типовая модель средней организации, включающая три филиала, 126 сетевых устройств различных вендоров и 14 администраторов. Состав инфраструктуры и перечень бизнес-сервисов остаются неизменными в обоих сценариях; варьируется исключительно архитектура AAA.

Сравнение осуществлялось по четырём группам критериев: безопасность (S), аудит и расследуемость (A), операционная управляемость (O)

и бизнес-устойчивость (B). Интегральная оценка рассчитывается по формуле:

$$I = 0{,}3 * S + 0{,}3 * A + 0{,}2 * O + 0{,}2 * B \quad (1)$$

Интегральный показатель рассчитывается как взвешенная сумма четырех групп критериев: безопасности, аудита и расследуемости, операционной управляемости и бизнес-устойчивости. Наибольшие веса присвоены критериям безопасности и аудита (по 0,3), поскольку именно они непосредственно отражают сущность AAA как механизма контроля привилегированного доступа, атрибуции действий и последующего расследования инцидентов. Критерии операционной управляемости и бизнес-устойчивости получили веса по 0,2, так как они характеризуют значимые, но косвенные эффекты применения AAA-архитектуры. Такое распределение весов позволяет сместить акцент на те свойства, ради которых механизм AAA внедряется в корпоративной инфраструктуре в первую очередь.

Для обеспечения воспроизводимости результатов в исследовании использована система частных метрик, отражающих ключевые характеристики рассматриваемых архитектур AAA. К таким метрикам отнесены показатели времени предоставления и отзыва доступа, полноты атрибуции действий, среднего времени расследования административного инцидента, числа ручных точек управления доступом, отказоустойчивости механизма AAA и трудоёмкости аудита. Состав метрик, их содержание, способы измерения, источники данных и влияние на бизнес представлены в Таблице 1.

Таблица 1
Метрики сравнительной оценки архитектур AAA

Метрика	Способ измерения	Источник данных	Влияние на бизнес
Время предоставления административного доступа	Промежуток от согласованного запроса до активации учётной записи или роли	Service desk, IAM, журналы AAA	Влияет на скорость включения администраторов в работу и на гибкость операционных изменений
Время отзыва доступа	Промежуток от события кадрового изменения до полной блокировки привилегий	HR-триггеры, каталог пользователей, конфигурации устройств	Определяет размер окна риска после увольнения, перевода или компрометации учётной записи
Полнота атрибуции действий	Доля административных операций, для которых можно точно установить исполнителя, время и контекст	SIEM, syslog, AAA accounting, локальные журналы	Влияет на доказуемость ответственности и на скорость разбирательства при инциденте
Среднее время расследования административного инцидента	Период от детектирования до установления причины и источника события	SOC, группа ИБ, отчёты постинцидентного анализа	Определяет длительность простоя и стоимость привлечения специалистов к расследованию
Число ручных точек управления доступом	Количество узлов, на которых выдача и отзыв доступа требуют ручного изменения конфигурации	Архитектурная схема, операционные регламенты	Влияет на трудоёмкость сопровождения, вероятность ошибок и зависимость от конкретных сотрудников
Отказоустойчивость механизма AAA	Наличие резервирования, локального fallback-доступа и SLA на работоспособность	Архитектурная документация, планы аварийного восстановления	Определяет, сохраняется ли управляемость сети при частичном отказе центральной инфраструктуры
Трудоёмкость аудита	Количество человеко-часов на подготовку доказательств для внутреннего контроля и аудита	ИБ, внутренний аудит, эксплуатация	Непосредственно влияет на стоимость контрольных процедур и частоту проверок

Источник: составлено авторами.

Представленные в таблице 1 метрики использовались для экспертной оценки четырёх групп критериев по пятибалльной шкале. Оценивание проводилось на основе имитации пяти типовых сценариев: offboarding сотрудника, расследование инцидента конфигурации, отказ центрального узла, аудит за квартал и несанкционированная команда. Численные значения частных метрик были получены путём моделирования процессов и сопоставлены с данными литературы и отраслевой практики [10; 12; 13], что обеспечило воспроизводимость результатов без раскрытия конфиденциальных сведений о реальных инфраструктурах.

Архитектурные модели AAA

Локальная AAA предполагает хранение учётных записей, ролей и журналов непосредственно на каждом сетевом устройстве. Данная модель обеспечивает высокую автономность отдельных узлов и не требует постоянной связи с центральным сервисом, однако существенно усложняет централизованный контроль, быстрый отзыв прав и согласованный аудит.

Рисунок 1 - При локальной AAA административный доступ и журналы распределены по устройствам, что повышает автономность, но усложняет централизованный контроль и аудит.
Источник: составлено авторами.

Серверная AAA, напротив, переносит все процессы аутентификации, авторизации и учёта в централизованный сервис с интеграцией в корпоративный каталог и SIEM-систему. Это позволяет реализовать единую ролевую политику и сквозной аудит действий администраторов.

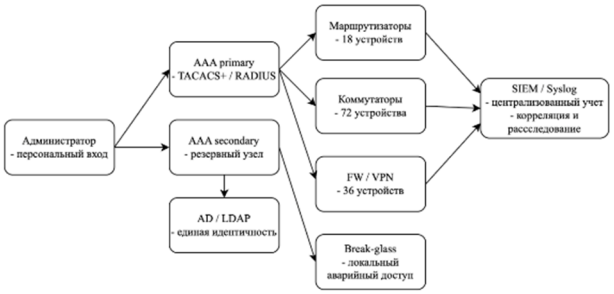


Рисунок 2 - Серверная AAA обеспечивает централизованную аутентификацию, связь с корпоративным каталогом и передачу событий в SIEM, но требует резервирования и аварийного сценария доступа.
Источник: составлено авторами.

Таким образом, переход от локальной к серверной модели представляет собой не просто смену протокола, а изменение уровня абстракции управления доступом, что напрямую сказывается на всех последующих процессах.

Модель угроз

Модель угроз учитывает три основных класса источников: внешние (компрометация учётных данных), внутренние (неотозванный доступ бывших сотрудников, shared-учётные записи) и угрозы, исходящие от самих привилегированных администраторов (ошибочные команды, злоупотребления полномочиями) [12; 14]. Локальная AAA более уязвима к несинхронному отзыву прав и манипуляции локальными журналами, поскольку каждое устройство становится самостоятельной точкой сопровождения. Серверная AAA значительно снижает данные риски за счёт централизованной блокировки и immutable-журналирования, однако требует специальных мер по защите самого AAA-сервера и организации break-glass-процедур [4; 6]. На основе модели угроз были сформированы критерии оценки, использованные в дальнейшем сравнении.

Результаты сравнительного анализа

Моделирование на типовом кейсе подтвердило существенное преимущество серверной AAA. Интегральные оценки составили 2,45 балла для локальной модели и 4,2 балла для серверной (прирост +72 %). Расчёт произведён по приведённой формуле на основе экспертных оценок, полученных при имитации сценариев.

Наиболее значительный разрыв наблюдается в группе «аудит и расследуемость» (2,1 против 4,6), что объясняется возможностью формирования единой цепочки событий в SIEM. Время отзыва доступа сокращается с 9 часов до 30 минут за счёт централизованной блокировки в каталоге пользователей. Полнота атрибуции действий возрастает с 42 % до 93 % благодаря персональной (per-user) аутентификации. Среднее время расследования административного инцидента уменьшается с 11 часов до 3,2 часов благодаря единому хранилищу логов и автоматической корреляции. Эти показатели получены путём имитации процессов и согласуются с данными исследований по insider threats [12–14].

Таблица 2
Сравнение по группам критериев.

Группа критериев	Вес	Локальная AAA	Серверная AAA	Интерпретация результата
Безопасность (S)	0,3	2,4	4,2	Серверная модель лучше ограничивает избыточные привилегии
Аудит и расследуемость (A)	0,3	2,1	4,6	Наибольший разрыв между архитектурами обусловлен полнотой атрибуции и связностью журналов
Операционная управляемость (O)	0,2	2,8	4,1	Серверная AAA снижает число ручных операций и ускоряет кадровые и организационные изменения
Бизнес-устойчивость (B)	0,2	2,7	3,8	Локальная модель автономнее, но хуже управляется при инциденте; серверная требует резервов, но снижает ущерб от ошибок

Источник: составлено авторами.

Сценарии внедрения

Выбор архитектуры AAA должен учитывать масштаб организации, критичность сервисов и требования к внутреннему контролю. Для малых компаний с количеством устройств до 30 и умеренной критичностью сервисов вполне допустима локальная AAA при условии регулярного резервного копирования конфигураций и централизованного хранения копий журналов.

В среднем бизнесе (30–200 устройств) серверная AAA становится экономически оправданной, поскольку существенно ускоряет процессы offboarding, снижает количество shared-учётных записей и уменьшает трудоёмкость расследований. В распределённых структурах с филиальной сетью наличие единой политики доступа и централизованного журнала делает серверную AAA с обязательным резервированием и интеграцией в SIEM предпочтительным вариантом. В высокорисковых средах (критическая инфраструктура) рекомендуется дополнять серверную AAA средствами привилегированного доступа PAM/PIM и строгим разграничением команд.

Обсуждение результатов

Полученные данные полностью подтверждают выдвинутую гипотезу. Преимущества серверной AAA проявляются только при условии зрелых сопутствующих процессов: наличия устойчивого каталога идентичности, корректно настроенного журналирования и формализованных регламентов аварийного доступа [7; 9]. Локальная модель сохраняет практическую ценность как резервный механизм в небольших или изолированных сегментах инфраструктуры.

Ограничением настоящего исследования является его модельный характер: численные показатели основаны на экспертном сценарном анализе и требуют дальнейшей эмпирической верификации на данных реальных инфраструктур. В перспективе модель может быть дополнена расчётом стоимости владения и интеграцией с облачными сервисами.

Заключение

В статье разработана и апробирована сравнительная модель оценки локальной и серверной AAA, позволяющая связать технические характеристики архитектуры с бизнес-последствиями. Результаты моделирования на типовом корпоративном кейсе демонстрируют значительное превосходство серверной AAA по критериям контроля привилегий, аудита действий администраторов и снижения рисков инцидентов.

Полученные выводы могут быть использованы при обосновании инвестиций в системы управления доступом в средних и распределённых организациях. Архитектурный выбор AAA должен рассматриваться не как чисто техническое решение, а как элемент стратегии обеспечения непрерывности бизнеса и минимизации рисков.

Литература

1. Dahm T., Ota A., Medway Gash D.C., Carrel D., Grant L. The Terminal Access Controller Access-Control System Plus (TACACS+) Protocol. – RFC 8907, 2020.
2. Rigney C., Willens S., Rubens A., Simpson W. Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS). – RFC 2865, 2000.
3. Rigney C. RADIUS Accounting. – RFC 2866, 2000.
4. Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. – NIST SP 800-53 Rev. 5. – Gaithersburg, MD : NIST, 2020.
5. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. – Gaithersburg, MD : NIST, 2024.
6. Zero Trust Architecture. – NIST SP 800-207. – Gaithersburg, MD : NIST, 2020.
7. Digital Identity Guidelines. – NIST SP 800-63-4. – Gaithersburg, MD : NIST, 2025.
8. Incident Response Recommendations and Considerations for Cybersecurity Risk Management. – NIST SP 800-61r3. – Gaithersburg, MD : NIST, 2025.
9. An Introduction to Information Security. – NIST SP 800-12 Rev. 1. – Gaithersburg, MD : NIST, 2017.
10. Privileged Account Management for the Financial Services Sector. – NIST SP 1800-18. – Gaithersburg, MD : NIST NCCoE, 2018.
11. Insider Threat Mitigation Guide. – Washington, DC : CISA, 2024.
12. Cappelli D., Moore A., Trzeciak R. The CERT Guide to Insider Threats. – 7th ed. – Pittsburgh, PA : Carnegie Mellon University, 2021.
13. Saxena N. et al. Impact and Key Challenges of Insider Threats on Organizations // Electronics. 2020. Vol. 9. No. 9.
14. Al-Mhiqani M.N. et al. A Review of Insider Threat Detection // Applied Sciences. 2020. Vol. 10. No. 15.
15. Указ Президента Российской Федерации от 05.12.2016 № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации».
16. Приказ ФСТЭК России от 11.02.2013 № 17 «Об утверждении Требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах».
17. Приказ ФСТЭК России от 18.02.2013 № 21 «Об утверждении Состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных».
18. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации».
19. Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации».
20. ГОСТ Р 57580.1-2017. Безопасность финансовых (банковских) операций. Защита информации.

Comparative assessment of local and server aaa in corporate network infrastructure: impact on information security incidents, audit of administrator actions and business risks

Kruglov A.M., Dushko Il.A., Redkin Il.D., Yurkova V.R.
MIREA – Russian Technological University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This article examines the impact of AAA architecture on corporate network infrastructure security, privileged access control, and business process resilience. Two models for organizing administrator access are compared: local and server-based AAA. A system of criteria is proposed for this comparison, taking into account the speed of granting and revoking privileges, the completeness of action attribution, the complexity of auditing, and the consequences of information security incidents. Modeling results demonstrate the advantages of server-based AAA in terms of investigability, centralized management, and operational risk mitigation. The need for redundancy of the central AAA node and the use of emergency access scenarios is also substantiated.

Keywords: AAA, authentication, authorization, accounting, corporate network, privileged access, administrator action auditing, information security, business risk.

References

1. Dahm T., Ota A., Medway Gash D.C., Carrel D., Grant L. The Terminal Access Controller Access-Control System Plus (TACACS+) Protocol. – RFC 8907, 2020.
2. Rigney C., Willens S., Rubens A., Simpson W. Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS). – RFC 2865, 2000.
3. Rigney C. RADIUS Accounting. – RFC 2866, 2000.
4. Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. – NIST SP 800-53 Rev. 5. – Gaithersburg, MD : NIST, 2020.
5. The NIST Cybersecurity Framework (CSF) 2.0. – Gaithersburg, MD : NIST, 2024.
6. Zero Trust Architecture. – NIST SP 800-207. – Gaithersburg, MD : NIST, 2020.
7. Digital Identity Guidelines. – NIST SP 800-63-4. – Gaithersburg, MD : NIST, 2025.
8. Incident Response Recommendations and Considerations for Cybersecurity Risk Management. – NIST SP 800-61r3. – Gaithersburg, MD : NIST, 2025.
9. An Introduction to Information Security. – NIST SP 800-12 Rev. 1. – Gaithersburg, MD : NIST, 2017.
10. Privileged Account Management for the Financial Services Sector. – NIST SP 1800-18. – Gaithersburg, MD : NIST NCCoE, 2018.
11. Insider Threat Mitigation Guide. – Washington, DC : CISA, 2024.
12. Cappelli D., Moore A., Trzeciak R. The CERT Guide to Insider Threats. – 7th ed. – Pittsburgh, PA : Carnegie Mellon University, 2021.
13. Saxena N. et al. Impact and Key Challenges of Insider Threats on Organizations // Electronics. 2020. Vol. 9. No. 9.

Мультимодальность и мультисенсорность как новая тенденция развития универсальных измерительных приборов

Епифанцев Кирилл Валерьевич
доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры Метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, kir.epifantsev@yandex.ru

Мультимодальность измерительных приборов – очень важная техническая инновация, историческое событие в области повышения универсальности приборов, коммерческой привлекательности, наращивания сложных компоновочных решений, которые призваны увеличить шумоподавление. В статье рассматриваются новые методы развития направления мультимодальности и мультисенсорности измерительных приборов на примере контактных и бесконтактных измерительных преобразователей.
Ключевые слова: мультимодальность, мультисенсорность, оптические измерения, контактные измерения, погрешности.

Мультимодальность в течение долгого времени является ключевым принципом развития современных средств приборостроения. Этот момент представлен как в экономическом, так и в техническом плане достаточно хорошими разработками современных компаний. Без мультимодальности невозможно оценить качество работы двух наиболее уязвимых элементов нашей жизни - качества интернета и качества электроснабжения. В качестве примера можно привести линейку приборов на основе симбиоза осциллографа, анализатора спектра и частотомера (Рис. 1)

Рисунок 1 - Пример анализатора качества электроснабжения – мультисенсорного комплексного прибора

Мультимодальные приборы также незаменимы при поиске оптимальных решений при проведении медицинских обследований, как одни из важнейших элементов, способов уловить первые признаки зарождающегося заболевания.

Основные принципы работы мультимодальных или мультисенсорных приборов сводятся к одновременному приёму нескольких входных потоков от разных датчиков, способных увеличить ширину отработанной информации и решить проблему наличия дорогостоящего оборудования за счет размещения нескольких приборов в одном корпусе. Однако, как ранее писалось в ряде статей, класс точности и методика поверки подобных приборов, имеющих несколько щупов в одном месте, остается под вопросом, так как по сути - это единый организм, который однако многие методики поверки призывают поочередно проверять, по отдельности, по сути разделяя этот комплексный организм на отдельно составляющие части. При этом не учитываются особенности того, что данный прибор все-таки монолитная конструкция, принимающая одинаковое количество шумов и помех в пересчете на несколько сенсоров. Для этого метода модно привести пример, касающийся сиамских сросшихся близнецов- они, к сожалению, не могут по отдельности сдавать те или иные биологические анализы, так как обмен веществами все равно в их сложном организме будет единым.

Пример многообразия приборов в области оптических измерений приведен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Многообразие оптических измерительных приборов

В случае с мультисенсорными приборами не принято проводить опробование работы всех включённых приборов одновременно, а при этом строится программа поверки на основе испытания каждого сенсора в отдельности. Таким образом

(XYZ) ·r = Xr/r …Yr/r… Zr/r (1)

где XYZ – сенсоры,

r- программа испытаний

Данное равенство не равноценно, поскольку с точки зрения метрологии не правомерно. Однако текущим уравнением описывается данная

ситуация, которая позволяет говорить о несовершенстве подхода к поверке мультсенсорных приборов

Текущая ситуация может решиться созданием ряда мультисенсорных эталонных установок, которые способны одновременно нагружать несколько датчиков приборов с целью регистрации погрешностей. В настоящее время процесс поверки мультисенсорных приборов можно описать следующей зависимостью (2) :

M=X+L… Y+ L … Z+ L … n+ L (2)

где XYZ – сенсоры,

L – нагрузка

Таким образом, когда учитывается что каждый сенсор имеет собственную форму нагрузки, собственную погрешность, однако при этом, если перевести в зависимость общности всех нескольких элементов, то нужно создавать модель с общим знаменателем. Из него нужно уже вычислить корень числа p, итак

$$M=\frac{(X+L)\,(Y+L)\,(Z+L)\,\ldots(n+L)}{\sqrt[r]{i}} \quad (3)$$

где XYZ – сенсоры,

L – нагрузка

i-модель конструкции мультисенсорного прибора

r- программа испытаний

В процессе проведения ряда исследований в области мультисенсорности нескольких датчиков было выявлено что есть определённые условия отстройки процессов взаимного влияния погрешности. Это возможно за счет разработки существующего шумоподавляющего корпуса прибора, а также модуляции непосредственно каждого из сигналов, однако это не избавляет от необходимости учитывать влияние каждого из помех на соседние компоненты. В связи с этим, зависимость будет строится следующим образом

M=(X+L)· (YZn))+ ((Y+L) XZn)+ (Z+L) XYn) ..+ (n+L) XYZ) . (4)

где XYZ – сенсоры,

L – нагрузка

Именно такой подход гарантирует учет совместного влияния погрешностей и говорит о солидарной ответственности за результат конечной погрешности, которая может достаточно точно помочь вычислить погрешность мультисенсорных приборов, а значит, говорить об улучшении методики поверки мультисенсорных измерительных приборов. Текущие векторы развития приборов подобного типа представлены на рисунке 3.

Рисунок 3 – Вектора развития мультимодальных приборов

Развитие техники, безусловно, идёт по нескольким закономерным сценариям- увеличению точности, миниатюризации, уменьшению стоимости, возможности подключения к интернету вещей, использования приложений искусственного интеллекта. Мультисенсорность, гибридность, универсализация применения - достаточно важная ступень развития, но не последняя. Многие производственные приборостроительные компании достигли расцвета именно по количеству применимых сквозных технологий, deep tech, которые во многом решали проблемы, которых еще не существовало, или измеряли то, чего еще нельзя было монетизировать, потрогать, перепродавать. Но по технологическому развитию это были комплексные устройства, облегчающие задачу мониторинга, измерения. Это были устройства, помогающие делать работу легко и быстро (Рисунок 4). Так, часы с телевизором SEIKO опередили время, но неразвитость телевещания во многом делало их не всегда применимыми. Это был мультисенсорный прибор, однако очень дорогой для своего времени

Рисунок 4 - Часы с телевизором SEIKO в 1982 году

Многие производители безусловно увеличивают скорость контроля, скорость калибровки, это безусловно является важным преимуществом прибора. Многие приборы склонны к самокалибровке, что существенно ускоряет и упрощает процесс работы прибора. В связи с этим, мы можем сказать, что есть определённые тенденции развития конкурентных преимуществ приборов. Во многом это развитие связано с общим развитием основного модуля, к которому привязан прибор, а иногда и наоборот. Развитие техники, безусловно, проходит ряд параллелей с развитием и производством средств производства, которые начали включать в себя уникальность применения одного средства измерения для разных задач, и это было обусловлено прежде всего, облегченным весом, возможностью решения одновременно нескольких задач касательно измерения и контроля

В статье [1] мы рассмотрим понятие «мультисенсорность», продемонстрируем, в каких научных контекстах встречается этот термин и чем эта теоретическая рамка может быть полезна для анализа современной культуры. Мультисенсорность как проблематика привлекла к себе внимание исследователей ещё в начале XX века. Тема заинтересовала социологов Георга Зиммеля, Роберта Парка и Эрнеста Берджесса, историков Норберта Элиаса и Люсьена Февра, философа Мориса Мерло-Понти, антрополога Клода Леви-Стросса и теоретика СМИ Маршалла Маклюэна. В 1912 году Зиммель в «Очерке социологии чувств» (фр. “Essai sur la sociologie des sens”) проанализировал изменяющиеся роли обоняния, звука и зрения. Позже эту тему развивали в своих текстах Парк и Берджесс (см. Park, Burgess, 2020). В 1939 году Элиас в работе «О процессе цивилизации: социогенетические и психогенетические исследования» (см. Элиас, 2001) описал принцип «интериоризации эмоций». Его исследование было дополнено позднее, в 1942 году, когда Люсьен Февр предложил изучить, как менялись «сенсорные основы мышления» с течением времени. Уже в 1945 году это было осмысленно с философской позиции: в «Феноменологии восприятия» Мерло-Понти отстаивал тезис, что чувства вовлечены в акт восприятия в силу своего «изначального единства

Статья [2], в которой отмечается, что мультисенсорность находит место в Синераме, которая, наряду с 3D-фильмами, была логическим шагом в эволюции искусства. Действительно потрясающий факт состоит в том, что эти новые устройства четко и ярко продемонстрировали всем то, что полусознательно пытались сделать живопись, фотография и кино вместе — изобразить визуальный мир во всей его красе, так, как он воспринимается человеческим глазом.

Созданный там аппарат Сенсорамы представлял собой громоздкое устройство, внешне напоминающее игровые автоматы 80-х, и позволял зрителю испытать опыт погружения в виртуальную реальность, например, прокатиться на мотоцикле по улицам Бруклина.

В статье 3 «Прошлое, настоящее и будущее мультисенсорных носимых устройств для мониторинга сна и циркадных ритмов» описывается мультисенсорное устройства, которые в нужны не только в технике, но и среди медицинских приборов, которые позволяют активно обследовать пациента за один сеанс, параллельно выявлять несколько заболеваний.

Таким образом мультисенсорные приборы используются в качестве аксиграфов. Устройства для определения фаз сна и бодрствования на основе двигательной активности (то есть аксиграфы) были впервые разработаны в начале 1970-х годов. Их эффективность неоднократно подтверждалась в ходе полисомнографии, которая считается «золотым стандартом» измерения сна. Действительно, аксиграфы стали важным инструментом для объективного анализа сна в естественных условиях. В таких устройствах обычно используются акселерометры, которые с высокой частотой фиксируют движение по нескольким осям. В более современных коммерческих устройствах также есть акселерометры, но есть и дополнительные каналы, что позволяет отнести их к мультисенсорным устройствам. Таким образом, мультисенсорные приборы нашли большое применение не только в технических, но и в медицинских измерениях, что доказывает большую значимость их развития и совершенствования.

Литература

1. Высшая школа экономики. Электорнный ресурс . URL https://www.hse.ru/ma/cstudies/articles/multisensory/ Дата обращения 09.03.2026

2. Сенсорама как изобретение будущего. Электронный ресурс URL https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0?ysclid=mnoyea338j99904965 Дата обращения 09.08.2025

3. Matthew R. Lujan, Ignacio Perez-Pozuelo, Michael A. Grandner Past, Present, and Future of Multisensory Wearable Technology to Monitor Sleep and Circadian Rhythms. Электронный ресурс URL Frontiers | Past,

Present, and Future of Multisensory Wearable Technology to Monitor Sleep and Circadian Rhythms REVIEW article

Multimodality and Multisensory Functionality as a New Trend in the Development of Universal Measuring Instruments

Epifantsev K.V.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

Multimodality in measuring instruments is a very important technical innovation, a historic event in enhancing the versatility of instruments, their commercial appeal, and the development of complex design solutions designed to improve noise suppression. This article examines new methods for developing multimodality and multisensory functions in measuring instruments, using contact and non-contact measuring transducers as examples.

Keywords: multimodality, multisensory function, optical measurements, contact measurements, errors.

References

1. Higher School of Economics. Electronic resource. URL https://www.hse.ru/ma/cstudies/articles/multisensory/ Date of access 09.03.2026
2. Sensorama as an invention of the future. Electronic resource URL https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0?ysclid=mnoyea338j99904965 Date of access 09.08.2025
3. Matthew R. Lujan, Ignacio Perez-Pozuelo, Michael A. Grandner Past, Present, and Future of Multisensory Wearable Technology to Monitor Sleep and Circadian Rhythms. Electronic resource URL Frontiers | Past, Present, and Future of Multisensory Wearable Technology to Monitor Sleep and Circadian Rhythms REVIEW article

Стохастическое моделирование процессов формирования качества воды в эстуарии реки Северная Двина при воздействии промышленных стоков

Жильникова Наталья Александровна
д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры управления качеством и интегрированных систем менеджмента, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, n.zhilnikova@guap.ru

В статье рассматривается актуальная научная проблема оценки и прогнозирования антропогенного воздействия на гидрохимический режим сложных и динамичных природных объектов - приливных эстуариев. Представлены результаты стохастического моделирования процессов формирования качества водной среды в дельте реки Северная Двина, находящейся в зоне активного влияния сточных вод крупного целлюлозно-бумажного комбината. Комплексные натурные исследования охватили 15-километровый участок водотока и проводились синхронно на двух опорных наблюдательных пунктах в течение полного приливно-отливного цикла для получения репрезентативной выборки данных. Сформированная информационная база включает основные гидрологические и гидрохимические показатели, в том числе концентрации консервативных и неконсервативных веществ. С применением методов корреляционно-регрессионного анализа выявлена существенная пространственная неоднородность механизмов переноса и рассеивания примесей. Установлено, что в зоне непосредственного смешения вариабельность ионного состава воды в значительной степени обусловлена гидродинамическими факторами: построенные модели множественной регрессии объясняют до 95,6 % дисперсии концентрации хлоридов. Доказана определяющая роль фазы прилива в интенсивности переноса загрязняющих веществ. Однако на значительном удалении от источника тесная корреляционная связь с гидродинамикой утрачивается, что свидетельствует о преобладании процессов внутриводоемной трансформации, биохимического самоочищения и разбавления простым механическим переносом. Разработанные регрессионные уравнения позволяют осуществлять оперативный прогноз санитарного состояния акватории с высокой степенью достоверности. Полученные результаты имеют практическую значимость для оптимизации графиков регулируемых сбросов сточных вод и научно-методического совершенствования системы государственного экологического мониторинга устьевых областей рек в целях обеспечения экологической безопасности и рационального природопользования.

Ключевые слова: качество воды, стохастическое моделирование, гидрохимический режим, приливно-отливный цикл, эстуарий, регрессионный анализ.

Введение

Оценка и прогнозирование качества вод в устьевых областях рек, характеризующихся сложным взаимодействием речного стока и морских вод, относятся к приоритетным задачам современной гидрологии и водной экологии [1]. Формирование химического состава вод в таких динамически активных зонах происходит в условиях нестационарного гидродинамического режима, обусловленного суперпозицией русловых процессов, приливно-отливных явлений и сгонно-нагонных колебаний уровня [2-4]. Особую актуальность проблема приобретает для акваторий, испытывающих техногенную нагрузку от предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП), сточные воды которых привносят в водоем широкий спектр загрязняющих веществ (ЗВ), включая специфические индикаторные показатели — лигносульфоновые кислоты (ЛСК), а также сульфаты и хлориды [5, 6].

В условиях высокой пространственно-временной изменчивости гидрохимических полей и стохастического характера процессов массопереноса применение классических детерминированных моделей часто оказывается ограниченным [6, 7]. Это диктует необходимость использования вероятностно-статистических методов анализа для выявления закономерностей формирования качества воды. В качестве репрезентативного объекта исследования выбрана устьевая область реки Северной Двины — крупнейшего водотока Европейского Севера России [8], гидрологический режим которого осложнен приливными явлениями, а гидрохимический фон формируется под значительным влиянием стоков предприятий ЦБП [9, 10].

Материалы и методы исследований

Исследование качества воды проводилось на участке устьевой области реки Северная Двина протяженностью 15 км ниже выпуска сточных вод предприятия ЦБП. Мониторинг выполнялся на двух створах: X_3 – контрольный створ в 3 км ниже выпуска промышленных стоков; X_{15} – створ водозабора в 15 км ниже сброса сточных вод.

Отбор проб проводился в течение полного приливно-отливного цикла (продолжительность ~12,4 ч) с часовым интервалом. Анализировались гидрохимические показатели – концентрации хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), лигносульфоновых кислот и гидрологические показатели - скорость течения (V), уровень воды (H).

Для статистической обработки данных рассчитывались следующие статистические показатели:

- среднее арифметическое значение:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i, \quad (1)$$

где x_i – значение i-го измерения; n – объем выборки;

- среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}; \quad (2)$$

- коэффициент вариации:

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (3)$$

- коэффициент корреляции Пирсона:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^{n}(y-\bar{y})^2}}, \quad (4)$$

где y_i – индивидуальное значение результативного признака в i-м измерении; $\bar{y}$ – среднее значение;

- t-критерий Стьюдента:

$$t_{\text{расч}} = \frac{|r_{xy}|\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}, \quad (5)$$

связь признается значимой, если $|t_{\text{расч}}| > t_{\text{табл}}$ при уровне значимости α=0,05 и числе степеней свободы $f=n-2$);

- коэффициент множественной корреляции:

$$R_{yx_1x_2} = \sqrt{1 - \frac{(1-r_{yx_1}^2)(1-r_{yx_2|x_1}^2)}{(1-r_{yx_1}^2 r_{yx_1x_2}^2 + \cdots)}}, \quad (6)$$

- F-критерий Фишера:

$$F_{\text{расч}} = \frac{R^2/m}{(1-R^2)/(n-m-1)}, \quad (7)$$

где m – количество независимых переменных (факторов).

Для построения математических моделей использовался регрессионный анализ, описываемый следующими уравнениями:

- уравнение парной линейной регрессии:

$y = \alpha_0 + \alpha_1 x$, (8)

где коэффициенты регрессии α_0 и α_1 определяются методом наименьших квадратов:

$$\alpha_1 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - (\sum_{i=1}^{n} x_i)(\sum_{i=1}^{n} y_i)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - (\sum_{i=1}^{n} x_i)^2}, \alpha_0 = \bar{y} - \alpha_1 \bar{x} \quad (9)$$

- уравнение множественной линейной регрессии:

$y = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2$ (10)

- система нормальных уравнений:

$$\begin{cases} n\alpha_0 + \alpha_1 \sum x_1 + \alpha_2 \sum x_2 = \sum y \\ \alpha_0 \sum x_1 + \alpha_1 \sum x_1^2 + \alpha_2 \sum x_1 x_2 = \sum x_1 y, \\ \alpha_0 \sum x_2 + \alpha_1 \sum x_1 x_2 + \alpha_2 \sum x_2^2 = \sum x_2 y \end{cases} \quad (11)$$

- коэффициент детерминации:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y})^2} = 1 - \frac{S_{ост}}{S_{общ}}, \quad (12)$$

где $S_{ост}$ – остаточная сумма квадратов отклонений; $S_{общ}$ – общая сумма квадратов отклонений.

Стандартная ошибка регрессии определяется по формуле:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-m-1}}, \quad (13)$$

где S_e – стандартная ошибка оценки уравнения.

Проверка адекватности модели (F-критерий) выполняется по формуле:

$$F_{расч} = \frac{SS_{per}/m}{SS_{ост}/(n-m-1)}, \quad (14)$$

если $F_{расч} > F_{табл}$, модель признается статистически значимой.

Проверка значимости коэффициентов регрессии (t-критерий):

$$t_{aj} = \frac{a_j}{S_{\alpha_j}}, \quad (15)$$

где $S\alpha_j$ – стандартная ошибка коэффициента α_j; коэффициент значим при $|t| > t_{табл.}$

Доверительный интервал прогноза для индивидуального значения y при заданном x_0 определяется следующим выражением:

$$\hat{y} \pm t_{табл} \cdot S_e \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}} \quad (16)$$

где x_0 – прогнозируемое значение фактора.

Обработка данных выполнена с использованием программных продуктов *Statistica* 13 и *Microsoft Excel* при уровне значимости α= 0,05. В зависимости от объема выборок критические значения критериев варьировали в следующих диапазонах: для t-критерия Стьюдента (при числе степеней свободы f=10…12) табличное значение составляло $t_{табл}$ = 2,18…2,23; для F-критерия Фишера (при степенях свободы k_1=1…2 и k_2=10…12) критическое значение находилось в пределах $F_{табл}$ = 4,75…4,96.

Результаты и их обсуждение

Результаты статистического анализа изменчивости исследуемых параметров в течение приливно-отливного цикла представлены в таблице 1.

Таблица 1

Статистические характеристики гидрохимических и гидрологических параметров

Параметр	Створ X_3			Створ X_{15}		
	$\bar{x}$	σ	C_v, %	$\bar{x}$	σ	C_v, %
Cl^-, мг/дм^3	18,2	4,8	26,4	17,5	3,1	17,7
SO_4^{2-}, мг/дм^3	54,3	12,6	23,2	49,8	8,4	16,9
ЛСК, мг/дм^3	3,45	0,87	25,2	2,18	0,64	29,4
V, м/с	0,12	1,04	863,7	0,24	0,27	110,5
H, м БС	0,68	1,73	255,0	1,15	0,73	63,1

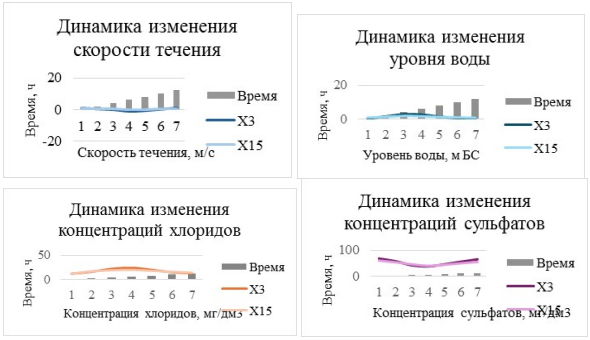


Рис. 1. ***Графики динамики изменения концентраций гидрохимических и гидрологических параметров в течение приливно-отливного цикла***

Из графиков видно, что в отлив (0–2 и 8–12 ч) концентрации ЗВ снижаются из-за разбавления речным стоком, а в прилив (3–6 ч) растут до максимума. На пике прилива (6–7 ч) уровень воды стабилизируется.

Результаты корреляционного анализа зависимостей между гидрохимическими показателями в створах X_3 и X_{15} представлены в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты корреляции между гидрохимическими показателями

Параметр	r	$t_{расч}$	$t_{табл}$	Значимость
Cl^-	0,490	1,82	2,23	Незначим
SO_4^{2-}	0,133	0,44	2,23	Незначим
ЛСК	0,238	0,79	2,23	Незначим

Статистическая незначимость всех корреляций (α= 0,05) свидетельствует о сильной трансформации вод (сульфатредукция, сорбция, окисление) при приливном переносе на 12 км. Пространственные изменения описаны полученными уравнениями регрессии (таблица 3).

Таблица 3

Регрессионные модели зависимости концентраций между створами

Пара показателей	Уравнение регрессии	R^2	S_e	$F_{расч}$	Адекватность модели
Cl^- (X_{15})=f(Cl^- (X_3))	y = 14,74 + 0,15x	0,240	2,78	3,31	Адекватна
SO_4^{2-}(X_{15})=f(SO_4^{2-}(X_3))	y = 58,41 - 0,12x	0,018	8,35	0,19	Неадекватна
ЛСК (X_{15})=f(ЛСК(X_3))	y = 2,68 + 0,03x	0,057	0,62	0,63	Неадекватна

Статистически значима только модель для хлоридов. Отсутствие линейной связи для сульфатов и ЛСК указывает на доминирование процессов трансформации над переносом. Результаты анализа взаимосвязей представлены в таблице 4 и на рисунке 2.

Гидрохимический режим существенно меняется от места сброса до водозабора. В створе X_3 качество воды определяется гидродинамикой (связь хлоридов и скорости r=0,953), но к створу X_{15} эта зависимость исчезает (r=0,057), а остальные связи ослабевают до умеренных.

Таблица 4

Матрица корреляций

	Створ X_3				
Параметр	Cl^-	SO_4^{2-}	ЛСК	V	H
Cl^-	1,000	-0,884	0,756	0,953	-0,762
SO_4^{2-}	-0,884	1,000	-0,692	-0,756	0,612
ЛСК	0,756	-0,692	1,000	0,648	-0,571
V	0,953	-0,756	0,648	1,000	-0,823
H	-0,762	0,612	-0,571	0,823	1,000
	Створ X_{15}				
Cl^-	1,000	0,445	0,312	0,057	-0,441
SO_4^{2-}	-0,445	1,000	-0,268	-0,523	0,197
ЛСК	0,312	-0,268	1,000	0,289	-0,115
V	0,057	-0,523	0,289	1,000	-0,687
H	-0,441	0,197	-0,115	-0,687	1,000

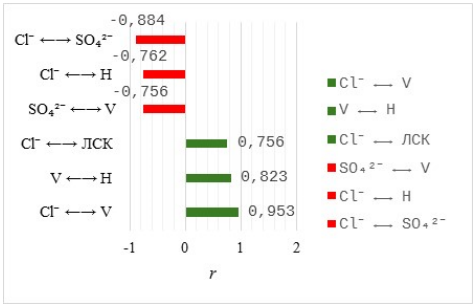


Рис. 2. ***Корреляционные связи в створе X_3***

Ослабление корреляций подтверждает эффективное смешение водных масс, нивелирующее влияние сброса. Нарушение связей указывает

на усложнение гидродинамики, трансформацию веществ или наличие диффузных источников. Уравнения регрессии для прогноза концентраций ЗВ приведены в таблице 5.

В зоне сброса гидродинамика играет основную роль, что подтверждает модель для хлоридов (R^2=0,908): вынос загрязнений зависит от интенсивности течения. Различия в связях (прямая для Cl^- и ЛСК, обратная для SO_4^{2-}) отражают разные механизмы: перенос потоком для первых и влияние вторичных процессов при стагнации для сульфатов.

Для учета совместного влияния скорости течения и уровня воды построены модели множественной линейной регрессии (таблица 6).

Таблица 5

Регрессионные модели зависимости концентраций загрязняющих веществ от гидрологических параметров

Створ X_3					
Зависимость	Уравнение регрессии	R^2	S_e	$F_{расч}$	Уровень значимости (p)
$Cl^-=f(V)$	$y = 18{,}09 + 30{,}80x$	0,908	1,46	108,3*	<0,001
$Cl^-=f(H)$	$y = 17{,}36 - 17{,}19x$	0,581	3,12	15,3*	0,002
$SO_4^{2-}=f(V)$	$y = 3{,}44 - 96{,}40x$	0,572	8,24	14,7*	0,003
$SO_4^{2-}=f(H)$	$y = 1{,}19 - 53{,}65x$	0,374	9,97	6,58*	0,026
ЛСК $=f(V)$	$y = 3{,}14 + 10{,}60x$	0,420	0,66	7,97*	0,016
ЛСК $=f(H)$	$y = 3{,}36 - 2{,}90x$	0,326	0,71	5,32*	0,041
$V=f(H)$	$y = 0{,}05 - 0{,}87x$	0,677	0,59	23,1*	<0,001
Створ X_{15}					
$Cl^-=f(V)$	$y = 17{,}13 + 0{,}71x$	0,003	3,10	0,03	0,857
$Cl^-=f(H)$	$y = 17{,}75 - 6{,}61x$	0,195	2,78	2,67	0,129
$SO_4^{2-}=f(V)$	$y = 51{,}77 - 69{,}29x$	0,273	7,18	4,13*	0,067
$SO_4^{2-}=f(H)$	$y = 43{,}83 - 22{,}28x$	0,039	8,26	0,44	0,521
ЛСК $=f(V)$	$y = 1{,}79 + 3{,}55x$	0,083	0,61	1,00	0,338
ЛСК $=f(H)$	$y = 2{,}29 - 0{,}00x$	0,013	0,63	0,15	0,708
$V=f(H)$	$y = 0{,}11 - 0{,}29x$	0,472	0,20	9,82*	0,009

Примечание: * модель значима при α = 0,05

Таблица 6

Модели множественной регрессии

Створ X_3					
Параметр	Уравнение регрессии	R	R^2	$F_{расч}$	p-уровень
Cl^-	$y = 18{,}2 + + 28{,}5V - 3{,}8H$	0,978	0,956	118,2*	<0,001
SO_4^{2-}	$y = 54{,}8 - 82{,}3V + 12{,}4H$	0,776	0,602	8,3*	0,008
ЛСК	$y = 3{,}42 + 9{,}1V - 0{,}8H$	0,668	0,446	4,4*	0,045
Створ X_{15}					
Cl^-	$y = 18{,}1 + 2{,}4V - 5{,}8H$	0,601	0,361	3,1	0,093
SO_4^{2-}	$y = 48{,}2 - 58{,}4V - 8{,}6H$	0,523	0,273	2,1	0,174
ЛСК	$y = 2{,}15 + 2{,}9V + 0{,}1H$	0,366	0,134	0,8	0,467

Примечание: * модель значима при α = 0,05

Моделирование выявило фундаментальное различие в механизмах формирования качества воды на исследуемых участках. В зоне сброса *гидрохимический режим в значительной степени определяются гидродинамикой: модели описывают более 95% вариабельности, демонстрируя конкурирующее влияние скорости течения (фактор переноса) и уровня воды (фактор разбавления). Однако в створе водозабора* прогностическая способность гидродинамических моделей утрачивается, что свидетельствует о затухании прямого влияния сброса и переходе системы в режим, где преобладают процессы трансформации веществ и воздействие нелокализованных (диффузных) источников загрязнения.

Адекватность моделей подтверждена анализом остатков: нормальность по критерию Шапиро-Уилка p=0,532, однородность по критерию Голдфелда-Квандта F=1,23, отсутствие автокорреляции по критерию Дарбина-Уотсона DW=1,87. Прогноз концентрации хлоридов при скорости течения 0,3 м/с составляет 27,3 ±3,5 мг/дм^3 (доверительный интервал [23,8; 30,8] при α=0,05).

Корреляция снижается от высокой в зоне сброса (хлорид> сульфаты > ЛСК) до незначимой у водозабора.

Заключение

Апробация разработанных регрессионных уравнений подтвердила их эффективность для оперативного прогнозирования гидрохимического состояния водной среды в зоне сброса. Сценарное моделирование фазы прилива, характеризующейся обратными течениями и подъемом уровня воды, продемонстрировало физическую адекватность полученных зависимостей.

Расчеты показали, что в гидрологических условиях, способствующих максимальному разбавлению и блокированию переноса стоков от источника, концентрации основных маркеров антропогенного воздействия (хлоридов и ЛСК) снижаются до фоновых показателей. В то же время для сульфатов прогнозируется обратная динамика с ростом концентраций, что подтверждает фундаментальные различия в механизмах их распространения. Таким образом, предложенные модели могут служить надежным инструментом для экологического мониторинга и оптимизации режимов сброса сточных вод с учетом текущей фазы приливно-отливного цикла.

Литература

1. Михайлов В.Н. Закономерности гидрологических процессов в Чесапикском заливе (США) как классическом эстуарии / В. Н. Михайлов, Т. Ю. Солодовникова, М. В. Михайлова // Водные ресурсы. 2009. Т. 36, № 2. С. 139-159.
2. Буркова Ю.Г. Моделирование сезонных и циклических колебаний расходов воды реки Пахры с использованием методов анализа временных рядов / Ю. Г. Буркова, В. И. Клепов, П. М. Уманский // Природообустройство. 2019. № 1. С. 41-46.
3. Толстиков А.В. Гидрофизические и гидрохимические исследования в эстуарии реки Кемь в сентябре 2019 г / А. В. Толстиков, Н. Е. Галахина, Р. Э. Здоровеннов // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2020. № 4. С. 21-31. https://doi.org/10.17076/lim1190
4. Савенко А.В. Пространственно-временная изменчивость трансформации стока растворенных веществ в эстуарии Мезени / А. В. Савенко, Н. А. Демиденко, О. С. Покровский // Океанология. 2019. Т. 59, № 2. С. 216-226. https://doi.org/10.31857/S0030-1574592216-226
5. Мозгушин М.А. Нормирование сбросов сточных вод ЦБК / М. А. Мозгушин, А. В. Епифанов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. № 255. С. 473-488. https://doi.org/10.21266/2079-4304.2025.255.473-488
6. Ермолина Т.В. Интегральные показатели качества поверхностных вод в зоне действия предприятий ЦБП (на примере Р. Северная Двина) / Т. В. Ермолина, А. М. Айзенштадт, М. В. Богданов, Л. В. Гусаков // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2011. № 5(323). С. 83-88.
7. Джамалов Р.Г. Пространственно-временной анализ гидрохимического состава и загрязнения вод в бассейне Северной Двины / Р. Г. Джамалов, А. А. Мироненко, К. Г. Мягкова [и др.] // Водные ресурсы. 2019. Т. 46, № 2. С. 149-160. https://doi.org/10.31857/S0321-0596462149-160
8. Кляцкая И.О. Сезонные изменения качества поверхностных вод устьевого участка Северной Двины / И. О. Кляцкая, А. Б. Гудков, И. И. Бобун // Экология человека. 2008. № 5. С. 9-16.
9. Крыленко И.Н. Моделирование гидродинамических процессов в устьях рек Севера Европейской территории России при возможных изменениях климата / И. Н. Крыленко, С. В. Лебедева, Е. Д. Панченко, А. М. Алабян // Водные ресурсы. 2025. Т. 52, № 1. С. 52-66. https://doi.org/10.31857/S0321059625010042
10. Немировская И.А. Роль ПАУ как индикатора функционирования геохимических барьеров в маргинальном фильтре Северной Двины / И. А. Немировская, А. П. Хаустов, М. М. Редина // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. № 1. С. 80-92. https://doi.org/10.31857/S2587556620010148

Stochastic modeling of water quality formation processes in the Northern Dvina river estuary under the impact of industrial effluents

Zhilnikova N.Al.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article addresses the urgent scientific problem of assessing and forecasting anthropogenic impacts on the hydrochemical regime of complex and dynamic natural bodies — tidal estuaries. Detailed results of stochastic modeling of water quality formation processes in the Northern Dvina River delta, situated within the zone of active influence of wastewater from a large pulp and paper mill, are presented. Comprehensive field studies covered a 15-km section of the watercourse and were conducted synchronously at two reference monitoring stations during a full tidal cycle to ensure a representative data sample. The compiled database includes key hydrological characteristics (flow velocity, water level regime) and hydrochemical parameters, including concentrations of conservative and non-conservative substances (chlorides, sulfates, lignosulfonic acids). The application of correlation and regression analysis methods revealed significant spatial heterogeneity in the mechanisms of solute transport and dispersion. It was established that in the immediate mixing zone (discharge section), the variability of the water's ionic composition is largely determined by hydrodynamic factors: the developed multiple regression models explain up to 95.6% of the variance in chloride concentrations. The decisive role of the tidal cycle phase in the intensity of pollutant transport has been demonstrated. However, at a significant distance from the source (at the water intake section), the strong correlation with hydrodynamics is lost, indicating the predominance of transformation processes, biochemical self-purification, and dilution over simple mechanical transport. The developed regression equations enable operational forecasting of the water area's sanitary condition with a high degree of reliability. The obtained results are of practical significance for optimizing regulated wastewater discharge schedules and improving the scientific and methodological basis of the state environmental monitoring

system for river estuaries, aiming to ensure ecological safety and rational environmental management.

Keywords: water quality, stochastic modeling, hydrochemical regime, tidal cycle, estuary, regression analysis.

References

1. Mihajlov V.N. Regularities of hydrological processes in Chesapeake Bay (USA) as a classical estuary/ V. N. Mihajlov, T. YU. Solodovnikova, M. V. Mihajlova // Water Resources, 2009. V. 36, No 2, P. 139-159.
2. Burkova YU.G. Modeling of seasonal and cyclical fluctuations of water discharge of the Pakhra river using time series analysis methods/ YU. G. Burkova, V. I. Klepov, P. M. Umanskij // Prirodoobustrojstvo, 2019. No 1, P. 41-46.
3. Tolstikov A.V. Hydrophysical and hydrochemical studies in the estuary of the Kem River in September 2019 / A. V. Tolstikov, N. E. Galahina, R. E. Zdorovennov // Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, 2020. No 4, P. 21-31. https://doi.org/10.17076/lim1190
4. Savenko A.V. Spatial and temporal variability of dissolved matter discharge transformation in the Mezen Estuary / A. V. Savenko, N. A. Demidenko, O. S. Pokrovskij // Oceanology, 2019. V. 59, No 2, P. 216-226. https://doi.org/10.31857/S0030-1574592216-226
5. Mozgushin M.A. Normirovanie sbrosov stochnyh vod CBK / M. A. Mozgushin, A. V. Epifanov // Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoj akademii. 2025. № 255. S. 473-488. https://doi.org/10.21266/2079-4304.2025.255.473-488
6. Ermolina T.V. Integral indicators of surface water quality in the zone of pulp and paper enterprises activity (on the example of the Northern Dvina River) / T. V. Ermolina, A. M. Ajzenshtadt, M. V. Bogdanov, L. V. Gusakov // Russian Forestry Journal, 2011. No 5(323), P. 83-88.
7. Dzhamalov R.G. Spatial and temporal analysis of hydrochemical composition and water pollution in the Northern Dvina basin / R. G. Dzhamalov, A. A. Mironenko, K. G. Myagkova [et al] // Water Resources, 2019. V. 46, No 2, P. 149-160. https://doi.org/10.31857/S0321-0596462149-160
8. Klyackaya I.O. Seasonal changes in surface water quality of the Northern Dvina estuary area / I. O. Klyackaya, A. B. Gudkov, I. I. Bobun // Human Ecology, 2008. No 5, P. 9-16.
9. Krylenko I.N. Modeling of hydrodynamic processes in the river mouths of the North of the European territory of Russia under possible climate changes / I. N. Krylenko, S. V. Lebedeva, E. D. Panchenko, A. M. Alabyan // Water Resources, 2025. V. 52, No 1, P. 52-66. https://doi.org/10.31857/S0321059625010042
10. Nemirovskaya I.A. Role of PAH s as an indicator of geochemical barriers functioning in the Northern Dvina marginal filter/ I. A. Nemirovskaya, A. P. Haustov, M. M. Redina // Izvestiya of the Russian Academy of Sciences. Geographic Series, 2020. No 1, P. 80-92. https://doi.org/10.31857/S2587556620010148

Моделирование розыгрыша мяча при прессинге в футболе мобильных роботов

Кузьмин Антон Олегович
кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы приводов, мехатроника и робототехника», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, kuzmin_ao@voenmeh.ru,

Бояркина Юлия Владимировна
магистрант кафедры «Системы приводов, мехатроника и робототехника», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,

Павлова Кира Валерьевна
студент кафедры «Системы приводов, мехатроника и робототехника», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,

Алексеев Марк Вячеславович
начальник управления организации приёма, преподаватель кафедры «Физическое воспитание и спорт», БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

В данной работе предложен алгоритм действий защитников при выходе из обороны и нападающих, стремящихся перехватить защитника с мячом или передачу. Представлены последовательности действий обеих сторон, а также способ оценки дистанции, на которой происходит перехват защитником игрока с мячом. Проведено моделирование 5000 ситуаций, по результатам которых можно сделать вывод об адекватности предлагаемой модели.
Ключевые слова: робототехника, алгоритм, футбол, мобильные роботы, футбольная тактика.

Введение

В настоящее время тематика мультиагентного управления робототехническими системами является одним из наиболее актуальных направлений развития робототехники в виду растущего внедрения мобильных автономных систем с интеллектуальным управлением в повседневную жизнь.

Одним из возможных применений алгоритмов управления группой роботов является футбол роботов [1 – 5]. Наибольший интерес с точки зрения алгоритмов здесь представляет статья 5, в которой применяется вероятностный подход для оценки успеха предпринимаемых действий, например, передача мяча или удар по воротам. Рассмотрены игровые сценарии, полученные с помощью алгоритмов и опробованные на практике.

Разработки в области футбола роботов объединяет общий подход к самому процессу игры, объединяющий весь матч в одну задачу. Отсутствует традиционное для футбольной тактики разбиение на игровые ситуации, рассматриваемые как самостоятельные задачи управления. Например, стандартные положения (угловые, ауты, штрафные, ввод мяча вратарём) являются самостоятельными задачами в виду фиксированной точки отсчёта времени. Для них могут быть применены различные известные алгоритмы, выбор которых базируется на специфике розыгрыша. Ещё одна особенность исследований в области алгоритмов футбола роботов заключается в отсутствии исследования типовых футбольных схем и их применения с алгоритмической точки зрения.

В данной статье предлагается рассмотреть ситуацию выхода из обороны при прессинге противоположной команды. Целью является изучение стартовых положений футболистов прессингующей команды, при которых больших шансов на успех достигает либо команда с мячом, либо команда, перехватывающая мяч. Особенностью предлагаемого подхода является возможность переноса результатов моделирования футбола роботов на тактические построения в реальном футболе.

1. Моделирование розыгрыша

Предлагается исследовать розыгрыш с защитниками и вратарём. Целью является получение ситуации, в которой игрок с мячом находится между первой и второй третями поля при том, что игроки противника, осуществлявшие прессинг, уже не могут повлиять на дальнейшее продвижение игрока с мячом. Розыгрыш считается неудачным, когда любой нападающий находится на некотором заданном расстоянии от защитника с мячом – считается, что началась контактная борьба за мяч.

1.1. Условия задачи

В задаче предполагается, что все игроки движутся с одной скоростью. Розыгрыш начинается с вратаря, больше вратарь в игре не участвует. Защитники, владея мячом, могут передвигаться либо вдоль поля (ось ОУ), либо под углом ±45 градусов к этой оси. Защитники без мяча могут двигаться по 8 направлениям (две оси и диагонали). При приближении к боковой линии игрок меняет направление движения на противоположное симметрично своей локальной оси ОУ. При приближении нападающего к защитнику на расстояние L, защитник начинает движение под углом 45 градусов в противоположном относительно вертикали (линии, параллельной длине поля), направлении. Нападающие могут двигаться без ограничений по направлению.

1.2. Распределение целей между прессингующими нападающими

Для распределения движущихся целей между агентами известны исследования современных отечественных и зарубежных учёных с различным подходом к вопросу [6, 7]. Так, в работе [6] предлагается общий подход к распределению целей, заключающийся в минимизации функционала, получаемого исходя из минимизируемых критериев, которыми могут быть как время достижения целей, так и затраты энергии или иные требуемые характеристики. В работе [7] делается акцент на экономичный способ избежать столкновений между роботами, а также обойти препятствия. Для этого предлагается разбить группу роботов на треугольники как простейшую геометрически неизменяемую фигуру в эвклидовой плоскости. Такой подход может быть полезен в футболе роботов для реализации принципов позиционного футбола Х. Гвардиолы периода работы в Барселоне и А. Конте. Что касается переноса данного принципа в реальный футбол, стоит учитывать разность в сложности задач для робота и человека: человеку легче оценить целесообразность решения (но не всегда верно), в то время как роботу легче двигаться по

конкретной траектории, а именно, по дуге окружности, что может быть вовсе невыполнимым для человека. Иными словами, при реализации футбола роботов следует учитывать возможность относительно точного воплощения задач кинематики, в то время как для реального футбола следует учитывать сложность и неопределенность в поведении агента, а также чрезвычайно трудоемкую для моделирования динамику взаимодействия (борьба корпусом за мяч, подкаты, единоборства на стандартных положениях и т.д.).

В данной работе делается первый шаг по моделированию конкретной игровой ситуации, в связи с чем было решено пока отказаться от вероятностных моделей принятия решений агентами, а также моделирования динамики взаимодействия тел. Для распределения подвижных целей между нападающими был использован один из жадных алгоритмов [8 - 11].

1) Определяется ближайший к игроку с мячом (далее – ИСМ) нападающий, который находится не ниже 2 метров по оси *OY* от ИСМ. Если угол между отрезком, соединяющим ИСМ и выбранного нападающего и вертикалью составляет больше определённого угла θ, ставится флаг, сигнализирующий о вызове дополнительного нападающего в случае отставания от ИСМ.

2) Создаётся массив расстояний каждого нападающего с каждым защитником (в данном случае 12x3) и происходит сортировка по возрастанию расстояний. Далее идём по этому массиву. Если нападающий свободен и к данному защитнику никто не бежит, то этот защитник становится целью данного нападающего. И в дальнейшем распределении они не участвуют.

3) Нападающий стремится к точке, ближе на определённое значение *y* к середине поля, чем текущее положение целевого защитника. При достижении этого положения происходит гарантированный перехват ИСМ. В данном случае значение *y* было подобрано эмпирически и составляет 2 метра. Было принято решение отказаться от перехвата по предполагаемой траектории движения защитника, так как в этом случае у защитника образуется достаточно много свободного пространства, что может привести к подготовленной опасной передаче вперёд или смене направления движения защитником без угрозы опеки нападающими.

1.3 Оценка угла θ_k, при котором вызывается дополнительный нападающий

ИСМ является движущейся целью, в то время как нападающий стремится к текущей позиции ИСМ + 2 по оси *OY*. В результате для описания траектории движения нападающего следует составить уравнение, включающее в себя интегралы от проекций скоростей на оси координат по времени, а значит, которое удобно решать численными методами.

Для упрощённой оценки угла предлагается следующий алгоритм:

1- при достижении нападающим расстояния *L* до ИСМ, тот начинает перемещение под 45 градусов (в случае θ = 0 направление выбирается случайно);

2- строится прямая под 45 градусов от текущего положения ИСМ +2 по вертикали;

3- в виду того, что все игроки движутся с одинаковой скоростью, ищется расстояние $V \cdot t'$ при котором нападающий достигает прямой из п.2, а ИСМ занимает то же положение по *OX*;

4- в виду того, что реальная траектория движения нападающего является кривой, которая определяется из решения интегро-дифференциального уравнения, можно подобрать дугу окружности, подходящую для грубой оценки угла. Чем больше исходный угол θ, тем больше радиус кривизны дуги и тем ближе траектория к прямой.

5- по полученному значению пройденного пути оценить, при каком значении стартового угла следует вызвать ещё одного нападающего.

Алгоритм, начиная с п.3, решается следующим образом:

$$\sqrt{(y_1 - y_2)^2 + (x_1 - x_2)^2} = V \cdot t \quad (1)$$

где y_1 – положение нападающего относительно ИСМ в начальный момент времени (при достижении расстояния *L*) по длине поля; x_1 – положение нападающего относительно ИСМ в начальный момент времени (при достижении расстояния *L*) по ширине поля; y_2 – положение нападающего при достижении линии из п.2 по длине поля; x_2 – положение нападающего при достижении линии из п.2 по ширине поля.

$$V \cdot t' = \frac{(L \cdot \cos\theta - 2)^2 + L^2 \sin^2\theta}{\sqrt{2} \cdot (L \cos\theta + L \sin\theta - 2)} \quad (2)$$

Для искривления траектории введём дугу окружности для хорды $V \cdot t'$ путём добавления центрального угла $\alpha = 101° - \theta$. Значение 101° выбрано в связи с отношением 2 метра поправки для перехвата по *OY* к 10 метрам по *OX* при приближении нападающего к ИСМ строго по этой оси.

Таким образом, оценка расстояния *S*, на котором произойдёт перехват, составляет

$$S = 2\frac{V \cdot t'}{\alpha} \cdot \sin\frac{\alpha}{2} \quad (3)$$

По формуле (3) возможно оценить расстояние, требуемое для перехвата ИСМ, без решения интегро-дифференциального уравнения и, соответственно, выбрать угол θ_k, при котором стоит устанавливать флаг для вызова ещё одного нападающего. Поясняющая схема представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлено моделирование данной ситуации. Красным изображена траектория движения нападающего, синим – ИСМ. Слишком большой визуально радиус кривизны в оценочной формуле компенсируется тем, что в фактическом моделировании перехват ИСМ происходит раньше.

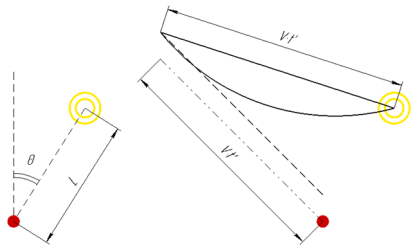


Рисунок 1. Начало преследования (слева) и дуга для оценки величины пройденного пути (справа)

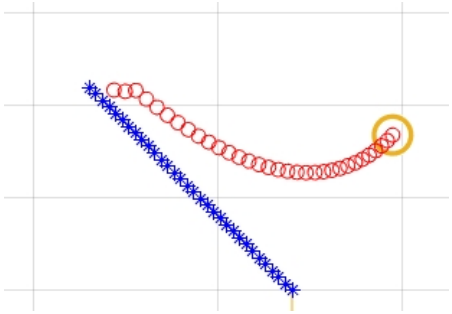


Рисунок 2. Пройденный путь нападающего и ИСМ при моделировании

2. Результаты моделирования

На рисунках 3 и 4 представлены начальные положения нападающих при успешном отборе мяча и при успешном выходе защитников из обороны для 5000 симуляций.

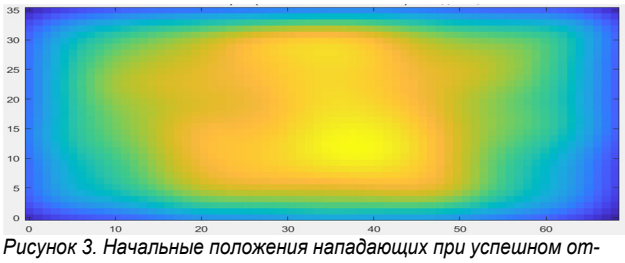


Рисунок 3. Начальные положения нападающих при успешном отборе мяча

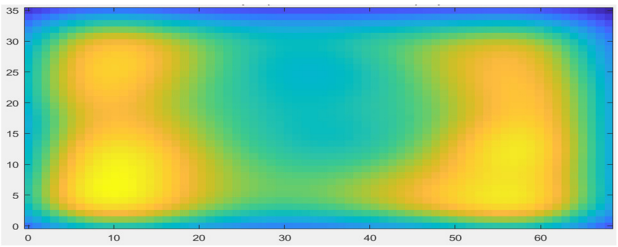


Рисунок 4. Начальные положения нападающих при успешном выходе защитников из обороны

Из полученных данных следует достаточно правдоподобный вывод, что при расположении прессингующих игроков в центре поля, выход из обороны крайне затруднителен без возможности длинных передач. И наоборот, успешный выход из обороны почти гарантирован, если нападающие не контролируют центральную зону.

Это подтверждает адекватность заявленной модели выхода из обороны под прессингом без учёта единоборств, ускорений и индивидуальных особенностей конкретных игроков. Для демонстрации адекватности разработанной программы также приведён один из розыгрышей на рисунке 5.

Вратарь отдаёт пас ближайшему свободному игроку (в данном случае вправо). Далее ИСМ начинает движение, когда нападающий оказывается достаточно близко, то ИСМ даёт пас ближайшему свободному защитнику. Тот игрок начинает движение, но защитник оказывается достаточно близко, чтобы считать, что началась “борьба за мяч”. В итоге этот розыгрыш считается успешным для нападающих.

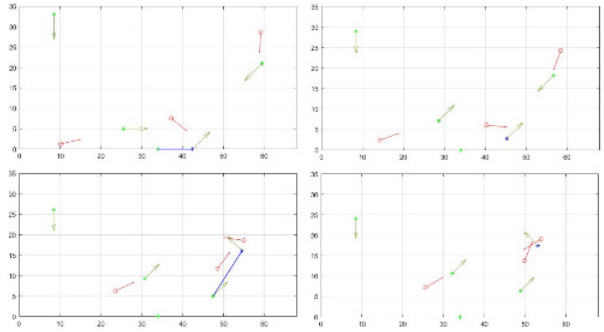


Рисунок 5. Пример розыгрыша

Выводы и дальнейшая работа

В данной статье представлен алгоритм работы программы, моделирующей выход без длинных передач из обороны под прессингом без учёта контакта футболистов, их индивидуальных действий и динамики. Результаты моделирования показали, что на базе данной программы можно рассчитать исходы розыгрышей без длинных передач при задании начальных условий для всех или для каждого отдельного футболиста, если не требуется просчитывать исходы вероятностных событий (принятие решений или борьба за мяч).

В дальнейшем планируется добавить вероятности событий для моделирования принятия решений, а также изучить исходы розыгрышей при наличии рывков, совершаемых отдельными футболистами. Для поиска наилучших решений планируется также свести розыгрыши к задаче оптимизации.

Литература

1. Johnson, Jeffrey & Rossi, Ruggero. (2019). Dynamic Structures for Evolving Tactics and Strategies in Team Robotics. Journal of Robotics, Networking and Artificial Life. 6. 203. 10.2991/jrnal.k.191203.005.
2. Д.Е.Охоцимский, В.Е.Павловский, А.Г.Плахов, А.Н.Туганов, В.В.Павловский. Виртуальный футбол: алгоритмы и моделирование игры роботов-футболистов. // Сб. "Новые методы управления сложными системами", - М.:Наука, 2004, с.289.
3. Zhou D, Chen G and Xu F (2022) Application of Deep Learning Technology in Strength Training of Football Players and Field Line Detection of Football Robots. Front. Neurorobot. 16:867028. doi: 10.3389/fnbot.2022.867028.
4. Xu, Q., He, X. Football training evaluation using machine learning and decision support system. Soft Comput 26, 10939–10946 (2022). https://doi.org/10.1007/s00500-022-07210-9.
5. Ribeiro, A. F. A., Lopes, A. C. C., Ribeiro, T. A., Pereira, N. S. S. M., Lopes, G. T., & Ribeiro, A. F. M. (2024). Probability-Based Strategy for a Football Multi-Agent Autonomous Robot System. Robotics, 13(1), 5. https://doi.org/10.3390/robotics13010005.
6. Белоглазов Д.А., Соловьев В.В., Титов А.Е., Финаев В.И., & Шаповалов И.О. (2016). Метод распределения целей в группах интеллектуальных мобильных роботов. Известия Тульского государственного университета. Технические науки, (11-3), 122-133.
7. Li, Xiang & Chuanchuan, Wang & Li, Chunyan. (2024). A Distributed Control Strategy for Groups of Robots with Application in Flocking. 10.21203/rs.3.rs-4462289/v1.
8. Gerkey B.P., Matarić M.J. A Formal Analysis and Taxonomy of Task Allocation in Multi-Robot Systems // The International Journal of Robotics Research. – 2004. – Vol. 23, No. 9. – P. 939–954.
9. Групповое управление подвижными объектами в неопределенных средах / Под ред. Пшихопова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. – 305с.
10. Korsah G.A., Stentz A., Dias M.B. A Comprehensive Taxonomy for Multi-Robot Task Allocation // The International Journal of Robotics Research. – 2013. – Vol. 32, No. 12. – P. 1495–1520.
11. Dias M.B., Zlot R., Kalra N., Stentz A. Market-Based Multirobot Coordination: A Survey and Analysis // Proceedings of the IEEE. – 2006. – Vol. 94, No. 7. – P. 1257–1270.

Simulation of the ball play in mobile robots football

Kuzmin A.O., Boyarkina Yu.V., Pavlova K.V., Alekseev M.Vy.
BSTU “VOENMEH” named after D. F. Ustinov

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This paper proposes an algorithm for defenders to act when leaving the defense and for attackers to try to catch a defender with the ball or to interrupt a pass. The sequences of actions of both sides are presented, as well as a method for estimating the distance at which the defender intercepts the player with the ball. 5000 situations were simulated, and the results can be used to conclude about the adequacy of the proposed model.

Keywords: robotics, algorithm, football, mobile robots, football tactics.

References

1. Johnson, Jeffrey & Rossi, Ruggero. (2019). Dynamic Structures for Evolving Tactics and Strategies in Team Robotics. Journal of Robotics, Networking and Artificial Life. 6. 203. 10.2991/jrnal.k.191203.005.
2. D.E. Okhotsimsky, V.E. Pavlovsky, A.G. Plakhov, A.N. Tuganov, V.V. Pavlovsky. Virtual Football: Algorithms and Modeling of Robot Football Players. // Collection "New Methods of Control of Complex Systems", Moscow: Nauka, 2004, p. 289.
3. Zhou D, Chen G and Xu F (2022) Application of Deep Learning Technology in Strength Training of Football Players and Field Line Detection of Football Robots. Front. Neurorobot. 16:867028. doi: 10.3389/fnbot.2022.867028.
4. Xu, Q., He, X. Football training evaluation using machine learning and deci-sion support system. Soft Comput 26, 10939–10946 (2022). https://doi.org/10.1007/s00500-022-07210-9.
5. Ribeiro, A. F. A., Lopes, A. C. C., Ribeiro, T. A., Pereira, N. S. S. M., Lopes, G. T., & Ribeiro, A. F. M. (2024). Probability-Based Strategy for a Football Multi-Agent Autonomous Robot System. Robotics, 13(1), 5. https://doi.org/10.3390/robotics13010005.
6. Beloglazov, D. A., Soloviev, V. V., Titov, A. E., Finaev, V. I., & Shapovalov, I. O. (2016). A Method for Distributing Goals in Groups of Intelligent Mobile Robots. Bulletin of Tula State University. Engineering Sciences, (11-3), 122-133.
7. Li, Xiang & Chuanchuan, Wang & Li, Chunyan. (2024). A Distributed Control Strategy for Groups of Robots with Application in Flocking. 10.21203/rs.3.rs-4462289/v1.
8. Gerkey, B. P., Matarić, M. J. A Formal Analysis and Taxonomy of Task Allocation in Multi-Robot Systems // The International Journal of Robotics Research. – 2004. – Vol. 23, No. 9. – P. 939–954.
9. Group Control of Moving Objects in Uncertain Environments / Ed. Pshikhopov. – Moscow: FIZMATLIT, 2015. – 305 p.
10. Korsah G.A., Stentz A., Dias M.B. A Comprehensive Taxonomy for Multi-Robot Task Allocation // The International Journal of Robotics Research. – 2013. – Vol. 32, No. 12. – P. 1495–1520.
11. Dias M.B., Zlot R., Kalra N., Stentz A. Market-Based Multirobot Coordination: A Survey and Analysis // Proceedings of the IEEE. – 2006. – Vol. 94, No. 7. – P. 1257–1270.

Модель партнёрства вуза, IT-компании и стартапа в сфере разработки видеоигр

Муравьева Юлия Александровна
ассистент кафедры «Бизнес-информатика и экономика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, yuliamuravyeva@yandex.ru

Статья посвящена проблеме институциональной разобщённости в сфере дополнительного образования разработчиков видеоигр. Эта разобщённость приводит к острому кадровому голоду в индустрии даже при наличии платёжеспособного спроса и образовательных программ. Предлагается модель партнёрства университета, IT-компании (игровой студии) и образовательного стартапа — «партнёрский треугольник». Теоретической основой модели выступает синтез теории стейкхолдеров и модели тройной спирали. В статье обосновывается, что классическая триада «университет – бизнес – государство» в контексте видеоигровой индустрии может быть модифицирована через передачу стартапу роли интегратора. Он становится связующим звеном между академической средой и производством. Раскрыты функции каждого участника: валидирующая и ресурсная роль вуза, предоставление кейсов, стажировок и экспертизы со стороны IT-компании, а также роль стартапа, адаптирующего требования бизнеса для аудитории детей и подростков. Сформулирована гипотеза о том, что включение стартапа в такое партнёрство повышает его жизнеспособность за счёт финансовых, операционных, репутационных и институциональных факторов. Описан цикл подготовки кадров: от привлечения школьников до трудоустройства и возврата выпускников в систему в качестве менторов. Статья может быть полезна исследователям в области экономики образования, управленцам образовательных стартапов и разработчикам программ дополнительного образования.
Ключевые слова: модель партнёрства, партнёрский треугольник, образовательный стартап, дополнительное образование, кадровый резерв, разработка видеоигр, теория стейкхолдеров, тройная спираль, жизнеспособность стартапа, институциональное взаимодействие.

Введение

Рынок дополнительного образования детей активно растёт. Однако темпы его роста замедляются, а ожидания родителей увеличиваются: предпочтения отдаются тем программам, у которых есть понятный карьерный результат [1]. Проблема отсутствия внятного карьерного трека наблюдается и в нише дополнительного образования в области разработки видеоигр. Даже при наличии образовательных программ и платёжеспособного спроса отечественная индустрия разработки видеоигр продолжает испытывать кадровый голод, который не удовлетворяется выпускниками курсов. Это подтверждается и опросами разработчиков, согласно которым выпускникам образовательных курсов требуется до двух лет дообучения, прежде чем полноценно занять позицию junior-разработчика [2].

Почему же при изобилии предложения системного притока кадров не происходит? Причина заключается не в отсутствии программ, а в институциональной фрагментации и, как следствие, разобщённости. Государственные технопарки, сетевые франчайзинговые школы и мелкие предприниматели действуют обособленно друг от друга и в отрыве от реального сектора игровой индустрии. Между образованием и работодателем нет посредника, который мог бы адаптировать образовательные программы под потребности бизнеса, адаптировать их под возраст обучающихся и одновременно обеспечивать доверие родителей. Ответом на этот вызов может стать модель партнёрства трёх сторон — университета, IT-компании и образовательного стартапа.

В статье обосновываются теоретические рамки модели «партнёрского треугольника» (в её основе лежит синтез теории стейкхолдеров и модели тройной спирали), описывается структура новой модели и обосновываются её потенциальные преимущества. Реализация предложенной модели в теории может повысить жизнеспособность образовательного стартапа относительно его конкурентов, которые обычно закрываются в течение 12–18 месяцев, не успев наработать ни репутацию, ни устойчивую связь с отраслью [3].

Основная часть

Существует высокая «смертность» образовательных стартапов при одновременном кадровом голоде в индустрии видеоигр. Эта проблема не решается одними рыночными или административными механизмами. Для её решения необходимо выделить теорию, которая учитывает сразу несколько заинтересованных сторон и специфику посредничества в такой специфической сфере как разработка видеоигр. Поэтому в качестве теоретической основы будем использовать две концепции, который могут дополнить друг друга, — теорию стейкхолдеров [4] и модель тройной спирали [5].

Теория стейкхолдеров помогает выявить выгоды каждого участника партнёрства. В то время как модель тройной спирали позволяет описать динамику взаимодействия между тремя институтами — университетом, бизнесом и «третьим сектором». В контексте рынка видеоигр роль «третьего сектора» выполняет образовательный стартап.

Итак, выделим трёх ключевых стейкхолдеров, их интересы и практическую пользу в партнёрстве.

Первый стейкхолдер — это университет. Его прямой интерес заключается в выполнении показателей эффективности. Как правило, они связанны с трудоустройством выпускников, развитием практико-ориентированного обучения и снижением оттока талантливой молодёжи из региона. Благодаря партнёрству со стартапом, вуз получит возможность направить студентов старших курсов и аспирантов на преподавание в образовательный проект — так они смогут пройти педагогическую практику. Помимо этого, вуз может быть заинтересован в стартапе из-за создания «воронки» привлечения абитуриентов.

Второй стейкхолдер — это IT-компания. В контексте сферы разработки видеоигр — это игровая студия. Интерес компании заключается, прежде всего, в снижении издержек на поиск и дообучение junior-специалистов, то есть специалистов, которые уже владеют базовыми навыками, но ещё не готовы к самостоятельной коммерческой разработке без присмотра наставника. Если 78% студий тратят от 3 до 6 месяцев на погружение нового сотрудника в реальный коммерческий проект [2], то это влечёт за собой значительные финансовые потери. Поэтому из-за неблагоприятной ситуации в отрасли игровые студии охотнее принимают более опытных специалистов, а не новичков, которых необходимо доучивать. Сотрудничество с образовательным стартапом, где обучающиеся

подготовлены под конкретную компанию или под конкретный технологический стек, может сократить период дообучения до 1–2 месяцев стажировки.

Третий стейкхолдер — это сам образовательный стартап. Его интерес заключается в доступе к ресурсам, которых у него нет на старте. К таким ресурсам относятся учебные помещения и оборудование, экспертиза и реальные кейсы. Важным ресурсом становится и доверие родителей, которое может транслироваться от брендов самого вуза и отрасли информационных технологий в целом.

Согласно модели тройной спирали, инновации возникают на пересечении трёх институтов: университета, бизнеса и государства. Однако применительно к образовательному стартапу в нише видеоигр прямое участие государства в роли интегратора создаёт риск избыточной бюрократизации (лицензирование, отчётность). Поэтому предлагается передать функцию интегратора самому стартапу — при условии, что он будет тесно взаимодействовать с вузом и игровой студией. Образовательный стартап становится полноценным посредником, поскольку убирает пропасть между классическим академическим образованием и реальной коммерческой разработкой. Благодаря сотрудничеству с игровыми студиями, он получает быструю и качественную обратную связь от бизнеса и может корректировать программы подготовки под требования производства. В то же время стартап демонстрирует школьникам и их родителям возможности вуза и перспективы обучения. Так стартап помогает привлекать абитуриентов с самого раннего возраста, становясь вовлекающим элементом экосистемы по формированию новых кадров.

Обновлённая модель не «ломает» исходную теорию, а уточняет её для игровой индустрии. Государство хоть и перестаёт быть прямым звеном «спирали», но продолжает поддерживать её грантами и льготами. И именно благодаря этой поддержке ранняя профориентация и дополнительное образование становятся работающими механизмами для поддержки уязвимых отраслей экономики.

Анализ существующих практик реализации программ дополнительного образования в сфере разработки игр показывает: ни одна из существующих экономических моделей (государственная, франчайзинговая или модель мелкого предпринимательства) не обеспечивает условий для формирования кадрового резерва из-за обособленности друг от друга и отсутствия взаимодействия с другими институтами. Рассмотрим недостатки моделей подробнее.

Во-первых, государственная модель хотя и предоставляет бесплатное образование, но она сильно привязана к бюджетному финансированию отдельного региона и не может гибко реагировать на запросы IT-компаний. Образовательные программы обновляются медленно, потому что для их одобрения требуется бюрократическое регулирование, а стажировки для талантливых подростков практически отсутствуют.

Во-вторых, франчайзинговая (сетевая) модель ориентирована на максимизацию прибыли и минимизацию издержек на содержание и поддержку программ, поэтому взаимодействие с вузами и IT для неё сопряжено с расходами и не являются ресурсом.

В-третьих, мелкие предприниматели часто даже не имеют юридического лица и не могут выступать равноправным партнёром ни для университета из-за требований к лицензированию, ни для IT-компании из-за отсутствия масштаба и гарантий.

В итоге все три модели страдают от институциональной разобщённости. Ни одна из сторон модели (вуз, бизнес, стартап) не объединена в общую цепочку создания ценности для отрасли — кадрового резерва. Это приводит к тому, что образовательные стартапы обладают низкой устойчивостью [3] и не решают проблему кадрового голода на рынке труда.

Исходя из синтеза теории стейкхолдеров и модифицированной тройной спирали, можно формулировать и основную гипотезу: «Образовательный стартап, включённый в партнёрство с вузом и IT-компанией, приобретает четыре типа устойчивости: финансовую (диверсификация доходов), операционную (доступ к аудиториям и преподавателям), репутационную (доверие родителей и выпускников), а также институциональную (поддержка со стороны университета и косвенно государства через гранты и льготы)». Эта гипотеза определяет саму логику построения предлагаемой далее модели партнёрства. Далее будут рассмотрены роли участников в этой модели.

Модель «партнёрского треугольника»

Предлагаемая интеграционная модель базируется на принципе комплементарности ресурсов. Так каждый из участников взаимодействия предоставляет те активы, которые отсутствуют или дефицитны у других. Взамен участники получают доступ к дефицитным активам.

Ролевая структура и функциональные связи компонентов модели представлены ниже.

Компонент 1. Вуз.

В рамках предлагаемой модели «партнёрского треугольника» высшее учебное заведение выполняет две ключевые функции: ресурсно-информационную и валидирующую.

В контексте ресурсно-инфраструктурной функции вуз располагает активами, критически важными для запуска образовательного проекта. При этом для вуза эти активы могут быть одновременно избыточными и недозагруженными. К таким активам относятся помещения и материально-техническая база, кадровый резерв из числа аспирантов и магистрантов, а также методическая экспертиза.

Аудиторный фонд, компьютерные классы, лицензионное программное обеспечение и высокоскоростной доступ в интернет могут предоставляться образовательному проекту на условиях безвозмездного пользования или льготной аренды в рамках договора о сотрудничестве. Для университета это способ повысить эффективность использования имущественного комплекса в вечернее время и выходные дни, когда основная загрузка аудиторий минимальна.

Привлечение молодых исследователей к преподаванию в стартапе решает одновременно две задачи. Стартап получает квалифицированных специалистов с актуальными техническими знаниями по ставкам ниже рыночных (либо бесплатно). А вуз получает инструмент выполнения показателей по трудоустройству и практической подготовке обучающихся. К тому же, аспиранты, работающие с детьми и подростками, приобретают опыт научного и практического наставничества.

Профессорско-преподавательский состав университета может участвовать в проектировании и экспертизе образовательных программ стартапа. Так образовательные программы будут соответствовать современным научным представлениям и требованиям федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). Это снижает издержки стартапа на самостоятельную разработку учебно-методической документации и повышает качество самих программ.

В контексте валидирующей функции наличие партнёрского соглашения с университетом (в том числе в формате договора о сетевой форме реализации образовательных программ) позволяет стартапу, который не имеет собственной лицензии на образовательную деятельность, выдавать выпускникам сертификаты установленного образца или удостоверения о повышении квалификации от имени вуза.

Согласно теории сигналов М. Спенса, документ государственного образца сам по себе является достоверным сигналом качества. Прежде всего для родителей, которые приведут ребёнка обучаться в стартап, и для будущих работодателей, которые полагаются на формальные подтверждения квалификации при найме.

Компонент 2. IT-компания (игровая студия).

В рамках модели «партнёрского треугольника» игровая студия становится не только последующим работодателем, но и важным участником самого образовательного процесса. Как и говорилось ранее, студия предоставляет кейсы для образовательной программы, организует стажировки для талантливых учеников и предлагает доступ к инструментарию и практикующим наставникам.

Вместо абстрактных учебных проектов обучающиеся работают над небольшими задачами, поступаемыми им из реального производства. Это не только поможет напрямую формировать портфолио, которое действительно соответствует запросам рынка труда, но и повысит мотивацию детей за счёт ощущения причастности к «взрослой» индустрии. Например, студия может предложить реализовать элемент пользовательского интерфейса, оптимизировать производительность плагина, разработать дизайн визуального эффекта.

Компания может предоставить возможность лучшим выпускникам стартапа (например, достигшим возраста 14–17 лет) пройти оплачиваемую или условно-оплачиваемую стажировку под руководством действующих разработчиков. Для компании это означает значительное снижение издержек на поиск и первичный отбор кандидатов на младшие кадровые позиции.

И, наконец, игровая студия может предложить и экспертную поддержку стартапу. Сотрудники компании-партнёра могут проводить мастер-классы, давать экспертную обратную связь по проектам обучающихся, что позволяет детям и подросткам сформировать актуальные компетенции. Кроме того, компании часто располагают корпоративными лицензиями на профессиональное программное обеспечение (например, Unity Pro, Adobe Creative Cloud и др.), которые могут быть предоставлены образовательному проекту на льготных условиях в рамках партнёрского бартера.

Компонент 3. Образовательный стартап.

Образовательный стартап является операционным ядром модели. В отличие от классического понимания стартапа как самостоятельной биз-

нес-единицы, в предлагаемой схеме он выполняет функцию «динамического интегратора», то есть посредника, преобразующего ресурсы вуза и требования бизнеса в готовый образовательный продукт. Для этого определим ключевые роли стартапа в этой модели.

Чтобы стать таким интегратором, стартапу приходится решать три задачи:

1. Переводить требования игровой студии на язык понятных детям заданий.

2. Отсеивать случайных учеников, чтобы не тратить ресурсы на тех, кто быстро теряет интерес.

3. Брать на себя всю коммуникацию с родителями — от оплаты до безопасности.

Рассмотрим каждую из этих ролей подробнее.

Стартап предполагает перевод требований бизнеса на язык педагогического дизайна. Игровая студия формулирует задачу в терминах производства (например: «Нужно реализовать систему инвентаря с ограниченным количеством слотов»). Стартап в лице методистов и педагогов адаптирует эту задачу под возрастные особенности и уровень подготовки детей, разбивая её на серию учебных модулей. Происходит адаптация «производственного» контекста к «школьному».

Стартап может реализовать специализированную фильтрацию и селекцию обучающихся. Образовательный проект может организовать входное тестирование и пробные занятия, направленные на выявление мотивации ребёнка. Это позволяет на раннем этапе отсеивать тех, для кого разработка игр является лишь временным развлечением, и затем концентрировать своё внимание на детях с устойчивым интересом к творчеству и информационным технологиям.

Стартап становится посредником между родителями и остальными компонентами модели. Проект принимает оплату, несёт ответственность за организацию учебного процесса и безопасность детей. Вуз и игровая студия сфокусированы на своих задачах: на качественном обучении и на разработке игр, а не на деньгах и документах.

Цикл подготовки кадров

Взаимодействие трёх компонентов модели «партнёрского треугольника» образует цепочку создания кадровой ценности, которую можно представить в виде замкнутого цикла (рисунок 1).

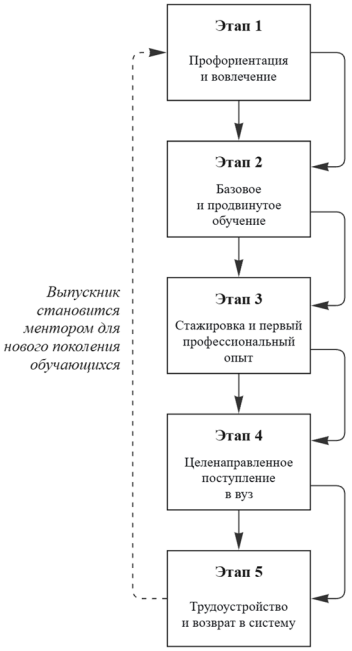


Рисунок 1 – Цикл подготовки кадров в рамках реализации модели «партнёрского треугольника» «Университет — IT-компания — Стартап» (составлено автором)

На первом этапе стартап, используя репутационный капитал вуза-партнёра, привлекает школьников. Главным аргументом в выборе образовательного стартапа становится возможность обучения по программам, содержательно наполненным реальными задачами от игровой студии.

На втором этапе в процессе освоения курсов дети не только овладевают техническими навыками (программирование, работа с игровыми движками, основы геймдизайна), но и формируют портфолио, релевантное требованиям индустриального партнёра. Качество обучения обеспечивается методической поддержкой вуза и участием IT-практиков в качестве менторов.

На третьем этапе наиболее успешные выпускники стартапа направляются на стажировку в студию-партнёра, где проходят ускоренную адаптацию к реальным производственным процессам. Для подростка это первый опыт коммерческой разработки и подтверждение квалификации, а для компании это возможность присмотреться к потенциальному сотруднику без рисков полноценного найма.

На четвёртом этапе выпускники стартапа, прошедшие стажировку и уверенные в своём профессиональном выборе, поступают на профильные специальности вуза-партнёра, в том числе на условиях целевого обучения. В результате вуз получает подготовленных и замотивированных абитуриентов.

На пятом этапе после завершения обучения в вузе выпускник трудоустраивается в игровую студию. Достигнув профессиональной зрелости, обучающийся может вернуться в эту систему как ментор для следующего поколения учеников стартапа, как преподаватель-практик в вузе или как эксперт, формирующий новые учебные кейсы для образовательных программ.

Заключение

Проведённый анализ показал, что существующие экономические модели дополнительного образования в сфере разработки игр — государственные технопарки, франчайзинговые сети и микропредпринимательство — при всех своих различиях страдают от общей проблемы институциональной разобщённости.

В качестве решения предложена модель «партнёрского треугольника». Теоретической основой выступает синтез теории стейкхолдеров и модель тройной спирали. В отличие от классической триады «университет – бизнес – государство», в предлагаемой модели роль интегратора передаётся образовательному стартапу. Именно он становится связующим звеном между вузом и игровой студией. Анализ модели показал, что устойчивость стартапа в партнёрской среде зависит от четырёх типов условий: финансовых, организационных, рыночных (репутационных) и институциональных. Предложенная модель имеет и ограничения, поскольку её реализация требует высокого уровня доверия и координации партнёров. К тому же не все регионы имеют игровые студии, которые способны стать участниками предложенной модели.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку и проверку показателей жизнеспособности и устойчивости образовательного стартапа, на анализ долгосрочного карьерного развития выпускников программ, а также на изучение различных институциональных барьеров, которые мешают полноценному масштабированию модели «партнёрского треугольника».

Литература

1. Smart Ranking. Edtech-рынок вырос в 2025 году на 12%. URL: https://smartranking.ru/ru/analytics/edtechs/edtech-rynok-vyros-v-2025-godu-na-12/ (дата обращения: 21.04.2026).

2. Иннополис. Опрос российских разработчиков игр. URL: https://innopolis.university/filespublic/Presentation%20Gamedev%2012.03.pdf

3. Киракасянц А. Кладбище стартапов: девять ярких закрывшихся проектов российских предпринимателей. URL: https://www.forbes.ru/svoi-biznes/543942-kladbise-startapov-devat-arkih-zakryvsihsa-proektov-rossijskih-predprinimatelej

4. Freeman R. E. Strategic Management: A Stakeholder Approach / R. E. Freeman. — Boston : Pitman, 1984. — 275 p. — (Pitman Series in Business and Public Policy). — ISBN 978-0-273-01913-8. — Текст : непосредственный.

5. Ицковиц Г. Модель тройной спирали / Г. Ицковиц ; пер. с англ. И. А. Павловой // Инновации. — 2011. — № 4 (150). — С. 5–10.

Partnership model of a university, it company, and startup in video game development

Muraveva I.A.
Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nikolai Grigoryevich Stoletovs

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

The article addresses the problem of institutional fragmentation in the field of supplementary education for video game developers. This fragmentation leads to an acute skills shortage in the industry, despite the existence of solvent demand and educational programmes. A partnership model involving a university, an IT company (game studio), and an EdTech startup — the "partnership triangle" — is proposed. The theoretical foundation of the model is a synthesis of stakeholder theory and the triple helix model. The article argues that the classical "university – business – state" triad can be modified in the context of the video game industry by transferring the role of integrator to the startup, which becomes a link between academia and industry. The functions of each participant are revealed: the validating and resource-providing role of the university, the provision of cases, internships, and expertise by the IT company, as well as the role of the startup adapting business requirements for children and adolescents. A hypothesis is formulated that involving the startup in such a partnership increases its viability through financial, operational, reputational, and institutional factors. A skills pipeline cycle is described:

from attracting schoolchildren to employment and the return of graduates as mentors. The article may be useful for researchers in the economics of education, managers of EdTech startups, and developers of supplementary education programmes.
Keywords: partnership model, partnership triangle, EdTech startup, supplementary education, skills pipeline, video game development, stakeholder theory, triple helix model, startup viability, institutional interaction.

References

1. Smart Ranking. Edtech market grew by 12% in 2025. URL: https://smartranking.ru/ru/analytics/edtechs/edtech-rynok-vyros-v-2025-godu-na-12/ (accessed: 21.04.2026).
2. Innopolis. Survey of Russian game developers. 2025. URL: https://innopolis.university/filespublic/Presentation%20Gamedev%2012.03.pdf (accessed: 20.04.2026).
3. Kirakasyants A. Startup Graveyard: Nine Notable Closed Projects of Russian Entrepreneurs. URL: https://www.forbes.ru/svoi-biznes/543942-kladbise-startapov-devat-arkih-zakryvsihsa-proektov-rossijskih-predprinimatelej (accessed: 19.04.2026).
4. Freeman R. E. Strategic Management: A Stakeholder Approach / R. E. Freeman. — Boston : Pitman, 1984. — 275 p. — (Pitman Series in Business and Public Policy). — ISBN 978-0-273-01913-8. — Text : direct.
5. Etzkowitz H. Triple Helix Model / H. Etzkowitz ; transl. from English by I. A. Pavlova // Innovations. — 2011. — No. 4 (150). — P. 5–10. — Text : direct.

Современные подходы к преподаванию точных наук: сравнительный анализ международного и российского опыта

Титов Вадим Евгеньевич
старший преподаватель кафедры высшей математики и механики, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, vadimtitov460@gmail.com

В работе рассматриваются современные подходы к преподаванию точных наук в международной и российской образовательной практике. Анализируются основные тенденции развития школьного математического и естественно-научного образования, включая ориентацию на функциональную грамотность, проблемное обучение, цифровизацию учебного процесса, роль учителя и особенности оценивания образовательных результатов. Показано, что международный опыт в большей степени ориентирован на развитие самостоятельности обучающихся, применение знаний в новых контекстах и гибкость образовательной среды, тогда как российская система сохраняет сильные позиции в области фундаментальной подготовки, системности и единства требований. На основе сопоставления выделены сильные стороны обеих моделей и обоснована целесообразность их сочетания в современной практике преподавания точных наук.

Ключевые слова: точные науки, преподавание математики, естественно-научное образование, международный опыт, российский опыт, сравнительный анализ, функциональная грамотность.

Введение

Современное преподавание точных наук развивается в условиях заметного изменения требований к школьному образованию. Сегодня уже недостаточно ограничиваться передачей системы знаний, правил и алгоритмов. Всё большее значение приобретает способность обучающихся применять полученные знания в различных контекстах, видеть взаимосвязи между явлениями, работать с задачами исследовательского характера, интерпретировать данные и обосновывать ход решения. В связи с этим в центре внимания оказываются не только содержание образования и объём усваиваемого материала, но и способы организации учебной деятельности, характер педагогического взаимодействия, формы контроля и роль образовательной среды [1, 4, 5].

Особую значимость в этих условиях приобретает сопоставление международного и российского опыта преподавания точных наук. Такое сопоставление позволяет выявить наиболее устойчивые тенденции развития школьного математического и естественно-научного образования, определить сильные стороны различных моделей и оценить возможности их продуктивного сочетания. Международная практика демонстрирует усиление внимания к функциональной грамотности, проблемному обучению, межпредметным связям и гибкости образовательной среды [1-3]. Российская система, в свою очередь, сохраняет традицию фундаментальной подготовки, логической последовательности и системности освоения предметного содержания, одновременно включая в себя элементы обновления, связанные с цифровизацией и деятельностным подходом [4, 5].

Таким образом, анализ международного и российского опыта преподавания точных наук позволяет рассмотреть современное образование не как противопоставление традиции и инновации, а как поиск баланса между фундаментальностью, практической направленностью и развитием самостоятельного мышления обучающихся.

Международный опыт преподавания точных наук

Международный опыт преподавания точных наук характеризуется устойчивым смещением акцента от простого усвоения знаний к формированию способности применять их в новых и содержательно разнообразных ситуациях. Важнейшей особенностью становится понимание результата обучения не только как овладения системой понятий и методов, но и как готовности использовать их в практической, учебно-исследовательской и познавательной деятельности. В этом смысле обучение математике и естественно-научным дисциплинам всё чаще связывается с развитием грамотности, рассуждения, аргументации, анализа данных и решения проблем [1].

Заметное место в международной практике занимает проблемное обучение. Учебный процесс строится таким образом, чтобы обучающийся не ограничивался воспроизведением готового алгоритма, а включался в поиск способа решения, анализ условий задачи, выбор стратегии и оценку результата. Подобный подход усиливает роль осмысленной деятельности и способствует развитию более высокого уровня познавательной самостоятельности. В результате точные науки рассматриваются не только как система знаний, но и как средство формирования интеллектуальных умений, необходимых в современной социальной и профессиональной среде [3].

Другой важной особенностью международного опыта является более тесная связь преподавания с образовательной средой школы и с профессиональной автономией учителя. В ряде стран значительная роль отводится локальной конкретизации учебных программ, совместному обсуждению целей обучения, согласованию содержания и методов преподавания на уровне образовательной организации. Это позволяет учитывать особенности конкретного контингента обучающихся, а также усиливает участие учителя в проектировании учебного процесса. В таких условиях качество преподавания зависит не только от официально заданного содержания, но и от того, насколько последовательно и осмысленно оно реализуется в школьной практике [2].

Существенной чертой международных моделей является также внимание к мотивационным и коммуникативным аспектам обучения. Преподавание точных наук всё чаще связывается с созданием образовательной среды, в которой ученик может рассуждать, задавать вопросы, обсуждать способы решения и воспринимать ошибку как часть познава-

тельного процесса [1]. Это способствует снижению учебной тревожности, формированию устойчивого интереса к предмету и более глубокому усвоению материала.

Таким образом, международный опыт показывает, что современное преподавание точных наук строится на сочетании содержательной подготовки, проблемного характера учебной деятельности, гибкости педагогических решений и ориентации на активную роль обучающегося.

Особенности российского опыта преподавания точных наук

Российский опыт преподавания точных наук традиционно связан с высокой значимостью фундаментальной подготовки, логической последовательности изложения материала и системного освоения предметного содержания. Сильной стороной отечественной модели является стремление обеспечить прочное понимание основных понятий, закономерностей, методов решения задач и внутренней структуры учебного предмета. Благодаря этому обучение математике, физике, химии и другим дисциплинам строится как последовательное вхождение в систему научного знания [4].

Вместе с тем современная российская образовательная практика не сводится только к сохранению традиционной предметной модели. В последние годы всё более заметным становится стремление усилить практическую направленность обучения, расширить использование цифровых средств, активизировать самостоятельную деятельность обучающихся и включить в преподавание задания, ориентированные на анализ, сравнение, моделирование и применение знаний в конкретных ситуациях [5]. Это свидетельствует о постепенном движении к более гибкой и деятельностной организации учебного процесса при сохранении фундаментальной основы.

Особое место в российском опыте занимает фигура учителя. Именно учитель во многом обеспечивает не только передачу содержания, но и организацию учебной мотивации, поддержку познавательного интереса, управление темпом освоения материала и формирование отношения обучающихся к точным наукам. В условиях достаточно жёстко структурированной образовательной системы педагог выступает ключевым посредником между нормативными требованиями и реальной практикой обучения [4]. От его профессиональной позиции зависит, будет ли предмет восприниматься только как набор формальных требований или как область интеллектуальной деятельности, требующая понимания и самостоятельного усилия.

Ещё одной характерной особенностью российского опыта является высокая роль системы оценивания. Преподавание точных наук в значительной степени связано с требованиями контроля, сопоставимости результатов и подготовкой к итоговым формам проверки знаний. С одной стороны, это обеспечивает единство требований и поддерживает устойчивый уровень предметной подготовки. С другой стороны, подобная ориентация может усиливать формализацию обучения и ограничивать пространство для более свободных исследовательских и поисковых форм работы, если не сопровождается методическим обновлением [4, 5].

В целом российский опыт можно охарактеризовать как сочетание системности, фундаментальности и нормативной определённости с постепенным включением более современных форм организации учебной деятельности, цифровых средств и практико-ориентированных элементов.

Сопоставление международного и российского опыта

Сопоставление международного и российского опыта показывает, что различия между ними связаны не столько с конечными целями образования, сколько с доминирующими акцентами в организации учебного процесса. И в международной, и в российской практике признаётся важность качественной предметной подготовки, развития мышления и формирования устойчивых познавательных умений. Однако способы достижения этих результатов различаются.

В международных моделях сильнее выражена ориентация на применение знаний в новых контекстах, решение нестандартных задач, исследовательскую активность, обсуждение и самостоятельное конструирование способов действия. Для таких систем характерны более высокая гибкость, большая роль локальной образовательной среды и более выраженная автономия учителя в выборе методических решений. В центре находится не только правильный ответ, но и процесс рассуждения, стратегия поиска и способность ученика использовать знания в реальной или учебно-практической ситуации [2].

Российская модель в большей степени ориентирована на системное освоение содержания, логически выстроенный курс, прочность предметных знаний и единство образовательных требований. Это обеспечивает фундаментальность подготовки и устойчивую предметную основу. Вместе с тем более жёсткая нормативная рамка и тесная связь преподавания с системой контроля могут снижать гибкость учебного процесса, если педагогическая практика не включает в достаточной мере проблемные, исследовательские и практико-ориентированные формы работы [4].

Таблица 1

Сопоставление международного и российского опыта преподавания точных наук

Аспект	Международный опыт	Российский опыт
Основная направленность обучения	Формирование грамотности, применение знаний, решение проблем, развитие самостоятельности	Фундаментальная предметная подготовка, системность, прочное освоение базового содержания
Организация учебного процесса	Более гибкая, с усилением проблемного и исследовательского характера обучения	Более структурированная, с чёткой логикой изложения и высокой нормативной определённостью
Роль учителя	Организатор познавательной деятельности, координатор обсуждения и поиска решений	Носитель предметной логики, организатор усвоения содержания и подготовки к контролю
Роль обучающегося	Активный участник поиска, анализа, обсуждения и применения знаний	Участник системного освоения содержания с постепенным усилением самостоятельной деятельности
Оценивание результатов	В большей степени ориентировано на компетенции, рассуждение и применение знаний	В большей степени связано с едиными требованиями, сопоставимостью результатов и контролем усвоения
Сильные стороны	Гибкость, практическая направленность, развитие инициативы и мышления	Фундаментальность, системность, логическая последовательность и устойчивость подготовки

Приведённое сопоставление (Таблица 1) показывает, что обе модели имеют свои преимущества и ограничения. Международный опыт демонстрирует высокую значимость самостоятельности, проблемного характера обучения и ориентации на применение знаний. Российская система сохраняет сильную предметную основу и устойчивую структуру преподавания. В современных условиях особенно важным становится не противопоставление этих моделей, а их содержательное сочетание.

Заключение

Современное преподавание точных наук развивается в направлении соединения фундаментальной подготовки с практической и познавательной активностью обучающихся. Международный опыт показывает значимость проблемного обучения, гибкости образовательной среды, автономии учителя и ориентации на применение знаний в новых ситуациях. Российский опыт сохраняет сильные позиции в области системности, логической последовательности и фундаментальности предметного обучения.

Сопоставление этих подходов позволяет сделать вывод о том, что наиболее продуктивной является модель, сочетающая сильную предметную базу с деятельностными, исследовательскими и практико-ориентированными формами работы. Для российской образовательной практики это означает целесообразность сохранения фундаментального характера преподавания при одновременном расширении возможностей для развития самостоятельности учащихся, включения открытых задач, цифровых инструментов, элементов моделирования и обсуждения способов решения.

Литература

1. Sadler T. D., Zeidler D. L. Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education // Journal of Research in Science Teaching. 2009. Vol. 46. No. 8. Pp. 909–921.

2. Fan L., Zhu Y. From convergence to divergence: the development of mathematical problem solving in research, curriculum, and classroom practice in Singapore // ZDM Mathematics Education. 2007. Vol. 39. No. 5–6. Pp. 491–501.

3. Soini T., Pyhältö K., Haverinen K., Sullanmaa J., Leskinen E., Pietarinen J. Building coherence and impact: differences in Finnish school level curriculum making // Curriculum Perspectives. 2022. Vol. 42. No. 2. Pp. 121–133.

4. Санина Е. И., Дендеберя Н. Г., Поляков И. В. Обучение математике в цифровой образовательной среде: возможности и перспективы // Проблемы современного педагогического образования. 2021. № 72-2. С. 237–239.

5. Semenov A. L., Abylkassymova A. E., Polikarpov S. A. Foundations of Mathematical Education in the Digital Age // Doklady Mathematics. 2023. Vol. 107. Suppl. 1. Pp. S1–S9.

Modern approaches to teaching science: a comparative analysis of international and Russian experience

Titov V.E.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This paper examines modern approaches to teaching the exact sciences in international and Russian educational practices. It analyzes key trends in the development of school mathematics and science education, including a focus on functional literacy, problem-based learning, digitalization of the educational process, the role of the teacher, and the specifics of assessing educational outcomes. It demonstrates that international experience is more focused on developing student independence, applying knowledge in new contexts, and facilitating the flexibility of the educational environment, while the Russian system maintains a strong position in fundamental preparation, consistency, and uniformity of requirements. Based on this comparison, the strengths of both models are highlighted and the feasibility of combining them in modern science teaching is substantiated.

Keywords: exact sciences, mathematics teaching, science education, international experience, Russian experience, comparative analysis, functional literacy.

References

1. Sadler T. D., Zeidler D. L. Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education // Journal of Research in Science Teaching. 2009. Vol. 46. No. 8. Pp. 909–921.
2. Fan L., Zhu Y. From convergence to divergence: the development of mathematical problem solving in research, curriculum, and classroom practice in Singapore // ZDM Mathematics Education. 2007. Vol. 39. No. 5–6. Pp. 491–501.
3. Soini T., Pyhältö K., Haverinen K., Sullanmaa J., Leskinen E., Pietarinen J. Building coherence and impact: differences in Finnish school level curriculum making // Curriculum Perspectives. 2022. Vol. 42. No. 2. Pp. 121–133.
4. Sanina E. I., Dendeberya N. G., Polyakov I. V. Teaching mathematics in a digital educational environment: opportunities and prospects // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. 2021. No. 72-2. Pp. 237–239.
5. Semenov A. L., Abylkassymova A. E., Polikarpov S. A. Foundations of Mathematical Education in the Digital Age // Doklady Mathematics. 2023. Vol. 107. Suppl. 1. Pp. S1–S9.

Дипфейки: угроза и противодействие

Фомичева Татьяна Леонидовна
канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры математики и анализа данных, Финансовый университет при Правительстве РФ, TFomicheva@fa.ru

Настоящая статья посвящена рассмотрению дипфейков — синтетического медиаконтента, создаваемого с использованием продвинутых технологий искусственного интеллекта. Целью работы является анализ их технологической основы, оценка масштаба угроз, и выработка рекомендаций по эффективному противодействию. Особое внимание будет уделено финансовым, юридическим и репутационным рискам, поскольку именно они несут наибольший потенциальный ущерб в условиях цифровой экономики.
Сначала мы рассматриваем само понятие «дипфейк», лежащие в их основе технологии, а также классификацию их видов. Далее показан реальный масштаб угрозы и те финансовые потери, которые уже реально были понесены.
Последующие разделы основной части анализируют конкретные опасности, среди которых финансовое мошенничество, политические манипуляции, репутационные атаки и, в завершение этого блока, вопросы кибертерроризма. Отдельный акцент сделан на нарушении прав граждан и законодательных аспектах регулирования. Статья также содержит обширный обзор технических, регуляторных и корпоративных мер противодействия, а также анализ существующей и формирующейся международной и российской правовой ответственности за создание и распространение дипфейков и связанных с ними преступлений.
Ключевые слова: дипфейк, синтетический медиаконтент, искусственный интеллект, кибермошенничество.

Термин «дипфейк» произошел от слияния английских слов «deep leaning» (глубокое обучение), указывающее на связь с машинным обучением и искусственным интеллектом и «fake» (подделка, фальшивка, фальсификация), что однозначно указывает на обман. Если взять расширенное определение, то дипфейк - это синтетический медиаконтент (тексты, фото-, аудио- и видеоматериалы), который создан на основе искусственно измененных реальных данных или полностью сгенерирован с помощью искусственного интеллекта с целью введения пользователя (читателя, слушателя, зрителя) в заблуждение. Реальные образы, голоса или тексты доводятся до соответствия другому образу в такой степени, при которой отличить подделку от оригинала становится крайне сложно или невозможно для человека без специального анализа. Появление понятия относится к 2017 году, когда такие алгоритмы стали «фейково-достоверными» и стали массово использоваться, в том числе и мошенниками.

Дипфейки создаются с помощью двух технологий машинного обучения: генеративно-состязательных сетей (GAN, Generative Adversarial Networks) и современных диффузионных моделей. GAN - это две нейронные сети: генератор и дискриминатор, в процессе обучения состязающихся друг с другом. Генератор создает искусственные данные, а дискриминатор пытается отличить их от реальных. Этот процесс раз за разом повторяется до тех пор, пока генерируемый контент, не становится для дискриминатора неотличимым от подлинного. Позже появились диффузионные модели, работающие по иному принципу. Они обучаются, постепенно добавляя шум к реальным изображениям, а затем учатся инвертировать этот процесс, восстанавливая исходное изображение или генерируя новые по заданным параметрам. Эти технологии придают создаваемому контенту высокое качество и глубокую реалистичность. Такие успехи можно было бы только приветствовать, если бы они ставили перед собой развлекательные или обучающие цели, но в руках злоумышленников это может стать крайне опасным оружием, благодаря которому они обходят существующие системы защиты и аутентификации.

По некоторым данным средний ущерб организаций от дипфейкового мошенничества в 2024 года, составил около $600 тысяч за одну атаку, что показывает распространённость и значимость такой угрозы для корпораций. Крупномасштабным примером является случай в гонконгском банке в 2024 году, когда с помощью дипфейк-технологии, сотрудника этого банка убедили перевести $25 миллионов на счета мошенников.

По данным компании, занимающейся защитой от мошенничества «BI.Zone AntiFraud» за первую половину 2025 года число мошенничеств с помощью дипфейков выросло в 2,3 раза по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Хотя было бы неправильно игнорировать мнение экспертов, считающих такой рост следствием эффекта низкой базы, не отметить взрывной рост использования дипфейков нельзя. Если раньше, используя методы социальной инженерии мошенники применяли дипфейки в количестве случаев, не превышавших десятые доли процента, то теперь 3-5%. Рост использования дипфейков в социальной инженерии и в противодействии системам идентификации, аутентификации и верификации клиентов, вероятно, окончательно переведет эту проблему в разряд одной из ведущих угроз информационной безопасности и финансовой устойчивости.

Конечно, самые интересные и впечатляющие дипфейки - видео, особенно если там показываются известные медийные и политические личности. Но мошенники часто применяют и другие виды дипфейков. Текстовые используют для создания убедительных, повторяющих внешний вид и стилистику оригинала, но, на самом деле, содержащих недостоверную информацию текстов - электронных писем, сообщений, новостных лент. Применяется для фишинга и дезинформации в более масштабных постановках. Статичные изображения - поддельные фотографии, документы и т.п. Аудиодипфейки - синтезируется (на основе оригинала) заданный речевой текст голосом конкретного человека с нужной интонацией и эмоциональной окраской. Выявить такие подделки визуально, на слух невозможно, нужны специальные методы исследования.

Мошенники используют дипфейки в самых разных областях. Наиболее часто, по крайней мере, в настоящее время - в финансовой - злоумышленники подделывают видеоизображение и голос кого-нибудь из руководителей или высокопоставленных сотрудников компании, который якобы отдает распоряжение о переводе средств на определенные счета, на самом деле принадлежащим мошенникам. Такие дипфейки

были частью атаки на гонконский банк в 2024 году, когда мошенникам удалось похитить 25 миллионов долларов США.

Также с помощью фейковых видео- и аудиозаписей мошенники обманывают биометрические идентификационные системы подтверждения личности, что позволяет им проводить легализацию незаконных доходов, финансирование экстремистских действий и терроризма, другим видам финансовой преступности.

Дипфейки применяются в информационных войнах, как внутри стран, так и на международной арене - фабрикуются выступления политиков и других медийных персон или фейковый компромат, направленные на снижение или полное уничтожение репутации и дискредитацию как отдельных личностей, так и корпораций или брендов, политических партий с целью оказать давление на рынки, общественное мнение, проходящие выборы, на государство в целом и его стабильность.

Отдельно, как серьезную социально-этическую проблему, тут стоит выделить создание дипфейковых несанкционированных интимных изображений, т.к. они кроме нарушения права на неприкосновенность частной жизни, часто наносят глубокие психологические травмы и могут иметь долгосрочные отрицательные последствия для репутации и карьеры.

Также существует угроза использования дипфейков в целях кибертерроризма - фейковыми вбросами репортажей, интервью, заявлений, документов и т.п. из якобы авторитетных источников, причем зачастую в легальных и серьезных СМИ, распространять экстремистские идеологические ценности, протестные настроения, провоцирования беспорядков, создания паники, в том числе панического спроса на определенные виды товаров.

Распространение дипфейков влечет серьезные нарушения фундаментальных прав и свобод граждан - несанкционированное использования образа, голоса и персональных данных, т.к. они используются в новом контексте, который может наносить ущерб и создает возможности для мошенничества и дискредитации.

Не менее значимым является риск нарушения деловой репутации. Распространение сфабрикованных видеозаписей, аудиоматериалов или даже текстовых сообщений, приписываемых тому или иному лицу или организации, может нанести непоправимый ущерб их репутации, повлечь финансовые потери и потерю доверия. Для публичных лиц и компаний такие атаки особенно опасны.

Дипфейки могут нарушать авторские права. Если исходные материалы, использованные для обучения ИИ или создания дипфейка, защищены авторским правом, то такое использование может быть признано неправомерным.

Чтобы обеспечить полноценную разностороннюю защиту всех аспектов частной и общественной жизни от дипфейков необходим комплексный подход: должны применяться технические, регуляторные и корпоративные меры противодействия.

В техническом плане создаются разнообразные инструменты, как нацеленные на предотвращение использования, так и для идентификации сгенерированного контента. Перспективным направлением считается использование «цифровых водяных знаков», маркирующих подлинный контент еще на этапе создания, что, в дальнейшем, позволит отличать его от фальсификата. Другое направление стремится обеспечить доверие к оригинальному цифровому контенту путем привязки метаданных о его происхождении и произошедших изменениях. Для разоблачения дипфейков на базе искусственного интеллекта создаются специализированные детекторы, анализирующие мельчайшие артефакты и аномалии, характерные для сгенерированных изображений, видео и аудио. Можно выделить важную технологию «liveness detection» (определение «живости»), которая позволяет убедиться, что перед камерой находится реальный человек, а не статичное изображение или видеозапись.

Ведущие страны разработчики искусственного интеллекта (США, Китай, Евросоюз) ведут законодательно-регуляционную борьбу с дипфейками. Согласно установленным ими законам и правилам формирует правовая основа для привлечения к ответственности как создателей, так и распространителей дипфейков, а также для защиты прав граждан и организаций, а контент созданный с помощью искусственного интеллекта должен быть в обязательном порядке соответствующим образом маркирован.

В Российской Федерации, прямое законодательство о дипфейках пока отсутствует, но уже существуют статьи Уголовного и Гражданского кодексов, которые могут быть применены в случаях, если синтетический контент привел к нанесению того или иного ущерба. Так, распространение дипфейков, нарушающих неприкосновенность частной жизни, подпадает под действие статьи 137 УК РФ. Мошенничество с применением дипфейков квалифицируется по статье 159 УК РФ, а неправомерный доступ к компьютерной информации (например, для получения данных, используемых в дипфейках) — по статье 272 УК РФ. На гражданско-правовом уровне защита прав граждан осуществляется через статьи 152 и 152.1 ГК РФ, предусматривающие ответственность за нарушение деловой репутации и права на изображение. Важным шагом станет разрабатываемый Минцифры Федеральный закон «Об основах государственного регулирования сфер применения технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации», который, как ожидается заработает в 2027 году.

На корпоративном уровне как финансовые учреждения, так и другие организации, обязаны внедрять и совершенствовать внутренние политики и процедуры, способствующие снижению рисков, связанных с дипфейками. Одним из базовых элементов является использование верификационных слов или кодовых фраз в коммуникациях с клиентами или внутри компании, особенно при совершении критически важных транзакций. Расширенное применение многофакторной аутентификации для доступа к системам и подтверждения операций значительно усложняет возможность несанкционированного доступа.

Но кроме регуляторной и технической защиты от дипфейков, важную роль играет человеческий фактор. Поэтому повышение цифровой грамотности персонала организаций, да и всего населения в целом, формирование критического мышления при взаимодействии с цифровым контентом и обучение распознаванию признаков манипуляции – это фундамент устойчивости к дипфейкам. Корпоративная политика, должна включать обучение сотрудников наряду с информационной безопасностью распознаванию признаков дипфейков и действий в случае подозрения на мошенничество.

Будущее эффективной борьбы с дипфейками кроется в многостороннем сотрудничестве: между государственными структурами, частным сектором, научным сообществом и гражданским обществом. Только объединенными усилиями мы сможем построить цифровую среду, где инновации служат прогрессу, а не становятся инструментом для манипуляций и преступлений.

Литература

1. Боярский С. Дипфейки как инструмент мошенников: угрозы, схемы обмана и методы защиты. https://dzen.ru/a/aTwau4JBqQ0vjn36
2. Lenta.ru. «Эти образы неотличимы от реальности» Дипфейки становятся все более совершенными и опасными. Как они влияют на мировую политику? https://dzen.ru/a/aUW90ej8yzbxqmaR
3. Леокумович Н. Дипфейки в новой цифровой реальности: как распознать и не поддаться. https://www.itsec.ru/articles/dipfejki-v-novoj-cifrovoj-realnosti-kak-raspoznat-i-ne-poddatsya
4. Мошенники обманывают людей с помощью дипфейков. https://cbr.ru/information_security/pmp/15082024/
5. Колаш Д. Политолог предложила законодательные меры против дипфейков. https://www.gazeta.ru/tech/news/2025/12/20/27460315.shtml
6. Каменская Р. Цифровой обман: какие права нарушают дипфейки и как за это можно наказать. https://pravo.ru/story/249733/
7. Роскачество рассказало, как защититься от мошенников, использующих дипфейки. https://ria.ru/20251001/dipfeyk-2045548277.html
8. Киберэксперт Лидия Виткова, «Газинформсервис»: дипфейки вышли на новый, более высокий уровень угрозы. https://cisoclub.ru/kiberjekspert-lidija-vitkova-gazinformservis-dipfejki-vyshli-na-novyj-bolee-vysokij-uroven-ugrozy/
9. Загвоздкина К. Эксперты сообщили о резком росте числа мошенничеств с использованием дипфейков. https://www.forbes.ru/tekhnologii/539953-eksperty-soobsili-o-rezkom-roste-cisla-mosennicestv-s-ispol-zovaniem-dipfejkov
10. Проект Федерального закона «Об основах государственного регулирования сфер применения технологий искусственного интеллекта в Российской Федерации». https://regulation.gov.ru/projects/166424/
11. Самусенко Т. Минцифры: В России обсуждается маркировка и блокировка ИИ-контента. https://rg.ru/2026/04/07/mincifry-v-rossii-obsuzhdaetsia-markirovka-i-blokirovka-ii-kontenta.html
12. Новый закон Минцифры об ИИ обяжет маркировать дипфейки и защитит авторов. https://myurist.online/news/novyy-zakon-mintsifry-ob-ii-obyazhet-markirovat-dipfeyki-i-zashchitit-avtorov

Deepfakes: A Threat and a Response

Fomicheva T.L.
Financial University under the Government of the RF

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This article examines deepfakes—synthetic media content created using advanced artificial intelligence technologies. The aim of the work is to analyze their technological basis, assess the scale of the threat, and develop recommendations for effective

countermeasures. Particular attention will be paid to financial, legal, and reputational risks, as they pose the greatest potential damage in the digital economy.

First, we examine the concept of "deepfakes," the underlying technologies, and the classification of their types. Next, we demonstrate the true scale of the threat and the financial losses that have already been incurred.

The following sections of the main part analyze specific threats, including financial fraud, political manipulation, reputational attacks, and, finally, cyberterrorism. Special emphasis is placed on the violation of citizens' rights and the legislative aspects of regulation. The article also provides an extensive overview of technical, regulatory, and corporate countermeasures, as well as an analysis of existing and emerging international and Russian legal liability for the creation and distribution of deepfakes and related crimes.

Keywords: deepfake, synthetic media content, artificial intelligence, cyber fraud.

References

1. Boyarsky S. Deepfakes as a Fraudster's Tool: Threats, Deception Schemes, and Defense Methods. https://dzen.ru/a/aTwau4JBqQ0vjn36
2. Lenta.ru. "These Images Are Indistinguishable from Reality." Deepfakes Are Becoming Increasingly Sophisticated and Dangerous. How Are They Influencing World Politics? https://dzen.ru/a/aUW90ej8yzbxqmaR
3. Leokumovich N. Deepfakes in the New Digital Reality: How to Recognize and Avoid Being Scammed. https://www.itsec.ru/articles/dipfejki-v-novoj-cifrovoj-realnosti-kak-raspoznat-i-ne-poddatsya
4. Fraudsters are Deceiving People with Deepfakes. https://cbr.ru/information_security/pmp/15082024/
5. Kolash D. Political scientist proposed legislative measures against deepfakes. https://www.gazeta.ru/tech/news/2025/12/20/27460315.shtml
6. Kamenskaya R. Digital deception: what rights do deepfakes violate and how can they be punished. https://pravo.ru/story/249733/
7. Roskachestvo explained how to protect yourself from scammers using deepfakes. https://ria.ru/20251001/dipfeyk-2045548277.html
8. Cyber expert Lidiya Vitkova, Gazinformservice: deepfakes have reached a new, higher level of threat. https://cisoclub.ru/kiberjekspert-lidija-vitkova-gazinformservis-dipfejki-vyshli-na-novyj-bolee-vysokij-uroven-ugrozy/
9. Zagvozdkina K. Experts reported a sharp increase in the number of frauds using deepfakes. https://www.forbes.ru/tekhnologii/539953-eksperty-soobsili-o-rezkom-roste-cisla-mosennicestv-s-ispol-zovaniem-dipfejkov
10. Draft Federal Law "On the Fundamentals of State Regulation of the Application of Artificial Intelligence Technologies in the Russian Federation." https://regulation.gov.ru/projects/166424/
11. Samusenko T. Ministry of Digital Development: Labeling and Blocking of AI Content is Discussed in Russia. https://rg.ru/2026/04/07/mincifry-v-rossii-obsuzhdaetsia-markirovka-i-blokirovka-ii-kontenta.html
12. The Ministry of Digital Development's new law on AI will require the labeling of deepfakes and protect their authors. https://myurist.online/news/novyy-zakon-mintsifry-ob-ii-obyazhet-markirovat-dipfeyki-i-zashchitit-avtorov

Оценка ресурсов для профилактики лесных пожаров в Якутии

Яковлев Валерий Александрович
старший преподаватель кафедры «Техносферная безопасность», Горный институт, СВФУ им. М.К. Аммосова,

Никитина Милена Михайловна
студентка, кафедра теории и методики обучения математики и информатики, Институт математики и информатики, СВФУ им. М.К. Аммосова

В представленной научной статье оценивается наличие сил и техники для предотвращения и борьбы с лесными пожарами в условиях прогнозируемого пожароопасного сезона Якутии. Учитывая особенности климатических изменений и увеличения частоты лесных пожаров, исследование направлено на разработку эффективных стратегий и расчетов сил и средств, необходимых для оперативного реагирования на чрезвычайные ситуации. Для объективной оценки ведется подсчет сотрудников ведомства гражданской обороны, имеющейся техники и выделенных ранее денежных средств. В число важных задач исследования входит целесообразность финансовых вложений для предупреждения возгораний, но их сумма должна находиться в пределах разумного.

Ключевые слова: пожар, лесные пожары, тушение, экономический ущерб, лес, охрана.

Введение

За последние годы в Якутии фиксируется увеличение среднесезонных температур, участившиеся периоды засух и рост числа дней с высоким классом пожарной опасности. Данные характеристики способствуют формированию экстремальных пожарных сезонов. Последствия крупных лесных пожаров выражаются в деградации лесных экосистем, выбросах парниковых газов и аэрозолей, разрушении инфраструктуры, нарушении традиционного природопользования коренных народов и угрозе жизни и здоровью населения.

В таких условиях особое значение приобретает рациональное планирование сил и средств, привлекаемых к предотвращению и тушению лесных пожаров. От корректности расчетов необходимого количества наземных и авиационных сил, техники, финансовых и материальных ресурсов, а также оптимального их распределения по территории зависит оперативность реагирования, эффективность ликвидации возгораний и минимизация ущерба. Актуальной задачей данной работы становится разработка научно обоснованных подходов к прогнозированию пожарной нагрузки на предстоящий сезон и определению требуемого объема сил и средств с учетом особенностей пожарной обстановки в Якутии.

Научная и практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов на этапах предварительного планирования действий подразделений пожарной охраны по тушению лесных пожаров, подготовки замыслов и проведении пожарно-тактических учений и занятий по решению пожарно-тактических задач.

За основу статьи принята аналитико-экспериментальная стратегия исследования. Предварительно проведён теоретический анализ основных управленческих задач, возникающих перед руководителем тушения лесного пожара. Кроме того, выборочно собраны сведения об управленческих и информационных процессах, а также о возможных технических решениях для реализации задач. В качестве исходных данных для выполнения работы использованы: научные публикации, техническая документация, нормативно-правовые акты в области лесного законодательства России, ведомственная отчётность, предоставляемая органами исполнительной власти субъектов Российский Федерации Рослесхозу и обрабатываемая Федеральным Государственным Бюджетным учреждением «Рослесинфорг» и Государственным учреждением «Авиалесоохрана», статистическая отчётность из открытых источников.

Полученные результаты сохраняют свою актуальность и могут быть успешно адаптированы для повседневного применения руководителями лесопожарных формирований в современных условиях.

Определение необходимого количества сил и технических средств для тушения ландшафтных пожаров

Ежегодно в Якутии регистрируются сотни возгораний, наносящих колоссальный ущерб природе и экономике. С организацией работы по тушению пожаров можно ознакомиться по Рекомендациям по обнаружению и тушению лесных пожаров. Аналитический расчет сил и средств для тушения лесного пожара производят в следующем порядке:

1. Определяется форма площади пожара. По официальным данным за 2024 год Министерства экологии, природопользования и лесного хозяйства Якутии, за последние четыре года площадь земель, где ликвидация лесных пожаров должна проводиться незамедлительно, в Якутии увеличилась почти в два раза — с 37 до 71 миллиона гектаров. Это составляет 27,7% от общей площади лесов республики. Среднее значение составляет приблизительно 3 000 га.

2. Выявляется принцип расстановки сил и средств для тушения пожара. Он основывается на оперативном штабном планировании, ранжировании угроз и мобилизации территориальной подсистемы Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Ключевые меры включают авиаразведку, создание минерализованных полос, встречный пал, приоритет защиты населенных пунктов и использование Сводного плана тушения лесных пожаров.

3. Определяется необходимый параметр тушения пожара (площадь пожара или тушения). Размеры тушения реальных пожаров с учетом обстановки можно определить по масштабным планам, картам, служебным, оперативным и другим документам. Геометрические параметры определяют измерением.

4. Высчитывается требуемый расход огнетушащего средства на тушение пожара и защиту объектов, которым угрожает опасность, используя формулы.

5. Рассчитывается необходимое количество технических приборов подачи огнетушащих средств (стволов, пеногенераторов, пеноподъемников) на тушение и защиту объектов, которым угрожает опасность, используя формулы. Определяют фактический расход огнетушащего средства на тушение пожара и для защиты объектов, которым угрожает опасность, используя формулы.

После определения величин рассмотренных элементов пожара требуется вычертить схематический рисунок пожара с тактическими элементами. Зная периметр пожара, можно рассчитать протяжённость горения кромки по фронту, тылу и флангам. На схеме следует отметить участки, которые необходимо в первую очередь защитить от огня, а также показать естественные преграды на пути распространяющего огня, водные источники (и пути подъезда к ним), пути транспорта для доставки к месту пожара сил и технических средств пожаротушения.

6. Оценивается требуемое количество пожарных подразделений (отделений) основного назначения и номер вызова на пожар по гарнизонному расписанию (таблица 1). Определяют необходимость привлечения пожарных подразделений специального назначения, вспомогательной и хозяйственной техники, служб города и объекта, сил и средств гражданской обороны, воинских подразделений, рабочих объекта, населения и других сил.

В гарнизоне пожарной охраны Якутии заранее составляется расписание выезда пожарных частей гарнизона на пожары. При составлении расписания выезда определяются градации номеров выезда (рангов) для данного гарнизона; пожарные части, их состав и районы оперативного обслуживания каждого номера вызова; порядок выездов подразделений, имеющих специальные мобильные средства пожаротушения; и порядок выезда подразделений в безводные районы. Число номеров вызова зависит от числа пожарных подразделений в гарнизоне.

Расписание выезда должно предусматривать быстрое сосредоточение достаточного количества сил и средств для тушения пожара. По вызову № 1 дежурный караул пожарной части в полном составе на основных первичных средствах пожаротушения выезжает для тушения пожара в свой район оперативного обслуживания. По вызову № 3 на место пожара дополнительно выезжают 4–6 отделений (в небольших гарнизонах 3 отделения) на основных пожарных автомобилях, а также предусмотренные расписанием специальные. При этом по вызову № 2 дежурные караулы ближайших пожарных частей могут высылаться в полном составе, а по следующим номерам вызова № 3–5 целесообразно высылать отделения с таким расчетом, чтобы на контроле за 1–2 смежными районами оставалось по одному отделению. По номеру вызова № 5 эти отделения также могут быть включены в расписание на выезд. На наиболее важные и пожароопасные объекты, где пожар к моменту прибытия подразделений может принять большие размеры или создать угрозу для жизни людей, предусматривают выезд подразделений по номеру вызова № 4, определяют при составлении планов пожаротушения на эти объекты. Выезд специальных пожарных автомобилей осуществляется в порядке, определенном в расписании выезда, либо по вызову руководителя тушения пожара согласно оперативно-тактической обстановке, складывающейся на пожаре. При нахождении специальных пожарных автомобилей в составе караула (дежурной смены) разрешается их направление на пожары по решению старшего должностного лица, выезжающего во главе караула. Для выполнения специальных работ привлекаются аварийно-спасательные формирования.

Таблица 1

Предварительный расчет численности сил необходимых для тушения лесного пожара (в скобках количество единиц техники)

Площадь лесного пожара, га	Ветер от 0 до 7 м/сек			Ветер от 7 до 13 м/сек			Ветер от 13 до 18 м/сек		
	КПО до 3-х	КПО 4	КПО 5	КПО до 3-х	КПО 4	КПО 5	КПО до 3-х	КПО 4	КПО 5
1	6	10	20	10	20	10 (1)	8 (1)	12 (1)	24 (1)
3	8	16	10 (1)	16	10 (1)	16 (1)	10 (1)	16 (1)	32 (1)
5	12	20	16 (1)	8 (1)	12 (1)	24 (1)	12 (1)	24 (1)	48 (2)
10	16	10 (1)	30 (2)	10 (1)	16 (2)	32 (2)	16 (1)	32 (2)	64 (2)
50	12 (1)	20 (2)	40 (2)	16 (2)	24 (2)	42 (2)	36 (2)	80 (2)	150 (3)
100	16 (2)	32 (2)	50 (3)	25 (2)	36 (2)	80 (2)	50 (2)	100 (3)	200 (3)
300	24 (2)	48 (2)	80 (3)	40 (3)	80 (4)	120 (4)	80 (6)	160 (6)	300 (6)
500	48 (2)	80 (2)	120 (3)	60 (3)	120 (4)	240 (4)	120 (6)	240(6)	500 (6)

Состав сил и средств авиации рассчитывается на основе плана предупреждения и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций в период возникновения природных пожаров в Республике Саха (таблица 2). Для борьбы с ландшафтными пожарами в наземных условиях и с использованием авиации наилучшими свойствами обладают пенообразователи (смачиватели) и огнетушащие составы, включающие ретарданты, придающие огнестойкость лесным материалам на длительное время. Из подобных составов можно отметить, например, пенообразователи-смачиватели "ФАЙРЭКС" и "Firelce", антипирен FRCROS 134P. Следует отметить также пенообразующее огнетушащее средство "ТИМЭКС ЭКО ЛЕСНОЙ" и смачиватель "АКВАФОМ СМ". В качестве поверхностно-активных веществ могут выступать моющие средства типа "Прогресс", "Дон", "Астра", а также смачиватели группы ОП-7, ОП-10 (рисунок 1).

Может использоваться тушение пожаров с помощью авиации путем обработки водой или огнетушащим составом полос леса на пути распространения пожара при помощи водосливных устройств вертолётов или самолетов-танкеров с высадкой воздушного десанта.

Основными приёмами использования водосливного устройства (ВСУ) являются: обработка кромки пожара с вертолёта водой и растворами химикатов; прокладка заградительных полос; использование их как резервуара для заправки лесных огнетушителей.

Таблица 2

Основной состав средств авиации, имеющейся в наличии

Состав авиации	Тип воздушного судна
Авиация Якутской территориальной подсистемы	Ми-8
	Ан-2(3)
	DA-40NG
	С-182
Авиация МЧС	Ми-8МТВ
	применение ВСУ-5

Таблица 3

Техника, применяемая при тушении пожаров

Наименование характеристики	Марка пожарной автоцистерны					
	АЦ 3.0-4/2	АЦ-3-40	АЦ 2.2-40	АЦ 1.6-40	АЦЛ 1.0-30	SILANT
Базовое шасси	Урал 43206-41	Камаз 4326	ГАЗ 33086	ГАЗ 33081	ГАЗ 3308	СИЛАНТ
Колесная формула	4х4	4х4	4х4	4х4	4х4	4х4
Число мест боевого расчета, чел	7	7	5	5	6	3
Вместимость цистерны, л	3000	3000	2200	1600	1000	переносная помпа
Тип пожарного насоса	НЦПК-40/100-4/40	ПН-40	ПН-40 УВ	ПН-40 УВ	НПЦ-40/100	-
Производительность, л/с	40 при 100 атм. 4 при 40 атм	40	40	40	40	-
Напор	400	100	100	100	100	-
Масса полная, т	13,3	11,6	8,0	6,49	5,95	4,5
Габариты, м	8,0х2,5х3,35	7,9х2,5х3,25	6,1х2,4х 2,7	6,3х2,4х 3,17	6,4х2,5х3,3	5,3х2,25х3,2
Емкость бака для пенообразователя, л	180	300	180	100	100	-

Знание протяженности кромки пожара, ее отдельных элементов и вероятный прирост периметра пожара поможет в разработке тактических приемов борьбы с пожаром (таблица 3). Известно, что при скорости ветра не более 5 м/сек. и однородном горючем материале, пожар принимает грушевидную форму. Если заменить его одинаковым по площади квадратом, то получится, что периметр квадрата равен периметру пожара:

$$P = 4 \times L,$$

где P – периметр, м;

L - длина стороны квадрата, м.

Сторона квадрата определяется по формуле:

$$L = \sqrt{S}$$

где S – площадь пожара, м^2.

Однако, при этом не учитывается извилистость кромки пожара, с учетом которой P = 5L. Это правило можно применять на практике, когда при известной площади пожара, нужно узнать протяжённость кромки, которая необходима для расчета сил и средств пожаротушения.

После определения величин рассмотренных элементов пожара требуется вычертить схематический рисунок пожара с тактическими элементами и найти их длину в относительных единицах. Зная периметр пожара, можно рассчитать протяжённость горения кромки по фронту, тылу и флангам. На схеме следует отметить участки, которые необходимо в

первую очередь защитить от огня, а также показать естественные преграды на пути распространяющего огня, водные источники (и пути подъезда к ним), пути транспорта для доставки к месту пожара сил и технических средств пожаротушения.

Таблица 3

Количество вероятного прироста периметра

Средняя скорость распространения пожара, м/мин	Вероятный средний прирост периметра, м/час	Вероятный периметр пожара по часам после его возникновения, км									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,25	90	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,5	140	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	1	1,1	1,2	1,4
1	220	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2
1,5	310	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1
2	390	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,7	3,1	3,5	3,9
2,5	480	0,5	1	1,4	1,9	2,4	2,9	3,3	3,8	4,3	4,8
3	570	0,5	1,1	1,7	2,3	2,9	3,4	4	4,6	5,1	5,7
5	1470	1,5	2,9	4,4	5,9	7,3	8,8	10,3	11,8	13,2	14,7

Для тушения ландшафтных пожаров необходимо обеспечить следующие величины интенсивности подачи воды:

а) лесной низовой пожар: $J = 0,1 - 0,15$ л·м$^{-2}$ с$^{-1}$;

б) лесной верховой пожар: $J = 1$ л·м$^{-2}$ с$^{-1}$;

в) торфяной пожар: $J = 0,1 - 0,15$ л·м$^{-2}$ с$^{-1}$.

В соответствии с этими нормативами для тушения лесного низового пожара на площади 1 га требуется от 60 000 до 90 000 л воды.

Для обеспечения подачи воды используются, в основном, автоцистерны, среднего класса с объемом цистерны 2,4 и 5 м^2 , смонтированные на полноприводных шасси автомобилей ЗИЛ, КАМАЗ и УРАЛ. Доставка воды к месту пожара осуществляется, как правило, подвозом с использованием имеющейся пожарной и приспособленной техники. Для забора воды из наружных водоисточников для заправки цистерн используются передвижные пожарные насосные станции ПНС-110 и насосно-рукавные автомобили.

Методом расчета установлено что, только для доставки воды к месту пожара в указанном выше количестве одной пожарной автоцистерне объемом 5 м^2 требуется выполнить от 12 до 18 поездок к месту заправки и обратно.

Время работы двух стволов Б от заправочной емкости автоцистерны среднего класса составляет 5 минут. Суммарный расход воды, подаваемой из двух стволов Б равен 7 л·с$^{-1}$ При интенсивности подачи воды для тушения низового пожара 0,1 л·м$^{-2}$с$^{-1}$, и максимальном значении глубины тушения ручными стволами - 5 м, возможная площадь тушения по фронту низового пожара - 70 м . При этом максимальная протяженность участка тушения двумя стволами Б по фронту пожара составляет 14 м^2. При необходимом времени подачи воды на тушение пожара, равном 30 с, и максимальном времени работы двух стволов Б от заправочной емкости цистерны 5 минут, одной цистерной среднего класса возможно тушение низового пожара на площади не превышающей 700 м^2 . Соответственно, при возникновении крупных лесных возгораний, требуется привлечение дополнительной силы.

Расчёт необходимых сил и средств пожаротушения следует производить применительно к возможной наиболее тяжелой ситуации в сложившихся условиях и с учётом поправочных коэффициентов на ведущие факторы, определяющие скорость распространения кромки пожара и трудность его тушения.

В районах насыщенного ведения лесного хозяйства своевременным считается обнаружение лесного пожара, распространившегося на площади до 0,01 га. В районах, где оно осуществляется авиационными средствами – на площади до 3 га, а где обнаружение определяется наземными и авиационными средствами – на площади до 1 га.

Выбор способов и технических средств тушения полностью зависит от интенсивности, вида, скорости распространения лесного пожара. Немаловажную роль играет наличие транспортной и водной сети, особенностей прилегающей территории, наличия сил и средств пожаротушения, метеорологической обстановки и, конечно, время начала тушения лесного пожара относительно светового времени суток.

Когда авиаотделение не может по какой-либо причине обеспечить ликвидацию пожара в зоне авиационной охраны лесов, руководитель лесничества должен незамедлительно принять дополнительные меры. Главное в этом случае учесть площадь. Если в зоне авиационной охраны лесов возникло возгорание, охватившее значительную площадь и его невозможно потушить с использованием наземных сил и авиации, то тушение осуществляется частично, а если нет угрозы территориям и объектам - может быть прекращено.

При неблагоприятных метеорологических условиях, если пожар действует днем, к тому же рабочих и средств пожаротушения недостаточно, необходимо перенести тушение на вечер. Попытки остановить распространение огня в дневное время в таких условиях, как правило, не имеют успеха, а приводят к изматыванию людей. Вечером зачастую появляется реальная возможность вести успешную борьбу с пожаром. Дневное время в таком случае лучше использовать на подготовительные работы: подготовку плана работы, подвоз средств пожаротушения, рекогносцировку питьевой воды и тому подобное. Днем даже при плохих погодных условиях следует вести борьбу с теми участками, где огонь может нанести огромный ущерб.

Несвоевременная локализация и ликвидация лесных пожаров в начальной стадии их развития в ряде случаев допускается руководящими документами. В том случае, если в районах, не обслуживаемых авиацией, пожар уже принял такие размеры и характер, что прибывших сил для быстрой его ликвидации явно недостаточно, руководитель тушения лесного пожара незамедлительно ставит в известность лесничество. После проведенной разведки руководитель передает в лесничество данные разведки и предположительный прогноз распространения и развития пожара с указанием о необходимых дополнительных силах и средствах пожаротушения. При этом, обычно, следует планировать работы по тушению очага возгорания так, чтобы его ликвидация или локализация была закончена не позднее 10 часов утра следующего дня.

Если возгорание принимает характер стихийного бедствия, возникает необходимость привлечения формирований гражданской обороны и воинских подразделений. Оперативное руководство тушением лесных пожаров, когда в субъекте объявлена чрезвычайная ситуация, берет на себя Федеральная противопожарная служба МЧС России.

Оценка готовности сил и средств к реагированию

Расчет численности авиапожарных групп специализированных учреждений авиационной охраны лесов определяется согласно нормативам численности парашютно-пожарных команд установленных приказом Рослесхоза от 12.03.81 г. №33. Таким образом, он устанавливается, исходя из численности высаживаемой группы, количества возникающих пожаров, длительности тушения пожаров и заданного уровня обеспеченности охраняемой территории авиапожарными командами. Численность групп и длительность пребывания их на пожаре считается постоянной в пределах каждого типа периода применительно к периодам с низкой, средней и высокой пожарной опасностью лесов. Их численные значения находятся путем осреднения соответствующих показателей по данным производственной отчетности подразделений авиалесоохраны за предшествующий пятилетний период с учетом экспертной оценки специалистов. В Республике Саха авиапожарную группу представляют собой Государственное учреждение «Якутская база авиационной охраны лесов» (ГУ «Авиалесохрана»).

В соответствии с планом предупреждения и ликвидации возможных чрезвычайных ситуаций, в период возникновения природных пожаров на территории Республики Саха (Якутия) для ликвидации лесных пожаров привлекаются силы и средства ГБУ РС(Я) «Якутская база авиационной охраны лесов», ГАУ РС(Я) «Якутлесресурс», ГБУ РС(Я)-лесничеств, арендаторов лесных участков, силы и средства звеньев муниципальных образований территориальной подсистемы РСЧС, других министерств и ведомств. Силы и средства гарнизонов пожарной охраны, привлекаются в соответствии с Соглашением о привлечении сил и средств подразделений пожарной охраны для ликвидации чрезвычайной ситуации в лесах, возникшей вследствие лесных пожаров на территории РС (Я).

На территории Якутии группировка сил ведомства Минестерства чрезвычайных ситуаций остается стабильной и насчитывает в общей сложности более 11,7 тыс. специалистов. Состав сотрудников и средств Якутской территориальной подсистемы РСЧС для тушения ландшафтных пожаров составляет более 7 тысяч человек и 17 тысяч средств тушения. Для эффективного покрытия огромной территории республики площадью более 3 миллионов кв. км, включающей миллионы гектаров лесного фонда, реальная потребность в кадрах значительно выше. По экспертным оценкам, для обеспечения адекватной плотности сил и средств, необходимого оперативному реагированию и профилактическим мероприятиям, дефицит кадров составляет примерно от 30% до 50%.

В силу этого, становится понятно, что возникает нехватка кадров. Особенно это очевидно при объявленном режиме чрезвыччайной ситуации. Так, например, в течение пожароопасного периода прошлого года к тушению привлекалось более 7 тысяч человек и 329 единиц техники. В работах были задействованы лесопожарные формирования, пожарно-спасательные службы, арендаторы и местное население.

Нельзя упустить из виду проблему десантирования пожарных в отдаленные лесные участки. Во-первых, оно требует продуманной организации. Во-вторых, десантироваться приходится в совершенно не обжитый регион, туда, где нет никаких условий и инфраструктуры, а также фактически бывает невозможно работать. В некоторых случаях ситуацию усугубляет недостаток специальной техники для тушения пожаров. Многие существующие автомобили и специальное оборудование устарели и не соответствуют современным требованиям. Это ограничивает возможности борьбы с огнем и продлевает время до прибытия пожарных на место происшествия. Имеется предположение, что в этом году также потребуется помощь неравнодушных жителей и иных служб.

Надо признать, что по результатам работы Главного управления МЧС по Якутии за 2025 год, в регионе произошло семь чрезвычайных ситуаций, но спасателям удалось значительно улучшить ключевые показатели безопасности. В 2025 году огнем было пройдено около 192 тысяч гектаров, что почти в 17 раз меньше показателя 2024 года (3,4 млн га). Совместными усилиями служб было ликвидировано 73% пожаров, а рекордные 63% возгораний ликвидировались в первые сутки.

По оценке ведомства, общий лесной фонд республики составляет около 254 миллионов гектаров. Из них 71 миллион гектаров охватывают охраняемые зоны с приоритетным реагированием на пожары, а оставшиеся 183 миллиона гектаров входят в так называемую зону контроля — это труднодоступные и удалённые территории. Оперативность тушения в первые сутки резко выросла и близится к 70%. Безусловно, цифры радуют, но ситуация нуждается в усовершенствовании.

Оправданность финансирования на профилактику пожаров

Как показывает практика, вопросы организации и тактики борьбы с лесными пожарами, которые иногда бывают даже экстремальными, привлекают внимание многих отраслей к этой ежегодной проблеме. Существенный резерв повышения уровня охраны и снижения горимости лесов решается последовательным решением организационных и тактических моментов. Эти вопросы неразрывно связаны друг с другом, так как отражают разные стороны одного и тоже же процесса. При тушении лесного пожара тактические решения в значительной степени обуславливают систему осуществляемых организационных мероприятий, к примеру, обеспечением продовольствием, местоположение лагерей, доставку сил и средств. Напротив, выбор тактики определяется не только лесорастительными условиями и параметрами пожара, но и возможностью решения ряда организационных мероприятий: наличия ресурсов, их мобилизации, доставки.

У лиц, принимающих решение о выборе тактики и стратегии борьбы с лесными пожарами, в арсенале присутствует несколько методов тушения, а порой даже несколько различных технических средств. Реализация тех или иных методов сильно влияет не только на производительность работ по тушению, но и на финансовые затраты. Так, например, работа на пожаре с привлечением только наземных команд по финансовым затратам может в тысячи раз отличатся от тушения с применением авиационных средств – самолетов-танкеров и вертолетов с вспомогательной силовой установкой.

Большинство тактических решений руководитель тушения лесного пожара принимает на основании своего личного опыта в зависимости от конкретной ситуации. Так, например, он определяет целесообразность тушения огня непосредственно на кромке в тяжёлых условиях, либо принимает решение об отводе сил для организации отжига от реки, влекущее при этом уничтожение дополнительных десятков или даже сотен гектаров леса. Никаких критериев или даже рекомендаций по принятию подобных решений в настоящее время не существует.

Отдельно следует отметить материальную сторону. В число перспективных и требующих реализации направлений по обеспечению пожарной безопасности относится снижение риска пожара до экономического социально-приемлемого уровня. Доказано, что чем больше средств тратится на мероприятия по безопасности, тем меньше потери.

В доказательство этому можно привести финансирование в 2025 году. На профилактику борьбы с лесными пожарами правительство Российской Федерации направило порядка 20 млрд рублей. На эти средства был создан лесопожарный центр на Дальнем Востоке, а также обновлено материально-техническое оснащение подразделений в наиболее горимых субъектах. За прошедший год личный состав МЧС России принимал участие в ликвидации последствий 266 чрезвычайных ситуаций, три из которых – федерального характера. Масштаб наводнений в результате весенних и дождевых паводков на 67% уменьшился по сравнению с показателями 2024 года. Всего в ходе пожароопасного сезона зафиксировано более 7 тысяч очагов возгораний на площади 4 миллиона 700 тысяч гектаров, которые стали причиной 10 чрезвычайных ситуаций в лесах. Эти показатели также значительно ниже прошлогодних значений на 30% и 44% соответственно. Очевидно, увеличение объема финансирование на предупреждение лесных пожаров поспособствовало минимальному ущербу от последствий возгораний.

Однако эффективность затрат снижается с их увеличением. Иными словами, при больших затратах они начинают превышать потери. Например, имеется лесной массив стоимостью 1 млн руб. В нем возникает пожар, который быстро ликвидируют. Ущерб ничтожен, но если бы пожар не потушили, то лесной массив сгорел бы и ущерб составил бы 1 млн руб. Это и есть предотвращённый ущерб. На следующий и последующий год ситуация повторяется. Вновь этот лесной массив спа сают и предотвращённый ущерб равен 1 млн руб. В итоге сумма предотвращенного ущерба при охране лесного массива за 3 года составила 3 млн руб. при стоимости лесного массива в 1 млн руб. В таком случае в целесообразности подобных расходов можно усомниться. Предусматрительнее потратить часть этих средств для прямой компенсации потерь. Компромисс между затратами и ожидаемой выгодой реализует принцип разумной достаточности. Реализация любых мероприятий по охране лесов от пожаров требует затрат, которые не должны превышать возможностей исполнителей (Рис.1)

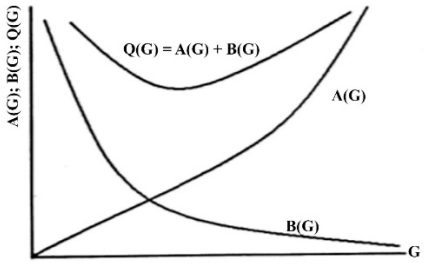


Рис.1. *Зависимость уровня безопасности (пожар на открытой местности) от изменения экономических расходов на ее обеспечение функций Q(G), A(G) и B(G) от G. G - уровень безопасности (риска); A(G) - функция, отражающая изменение экономических расходов на обеспечение определенного уровня безопасности (риска) в зависимости от G; B(G) - функция, отражающая закономерности снижения экономического эквивалента ущерба по мере повышения уровня безопасности (снижения уровня риска); Q(G) - функция, выражающая суммарные экономические затраты*

Из-за постоянного риска возникновения лесных пожаров, их несвоевременного обнаружения, локализации и ликвидации горения в лесу возникает необходимость рассмотреть первоочередной вопрос о том, каковы должны быть приемлемые затраты на защиту лесов от пожаров, когда расходы не превысят потери. Данную проблему решают управленческие решения и проводимые мероприятия, которые обеспечат снижение риска пожаров до экономического и социально-приемлемого уровня.

Между тем в этом году продолжится работа по федеральной поддержке для закупки техники, содержанию специальных формирований, тушению и мониторингу лесных возгораний. По словам главы Республики Саха, на охрану лесов от пожаров в Якутии направят более 5,5 млрд рублей. Особо отмечается поддержка Правительства Российской Федерации в развитии аварийно-спасательной инфраструктуры МЧС России в Арктике. Обеспечено 3-х годовое финансирование создания Арктического центра в поселке Тикси, а также инфраструктуры для размещения арктической авиации МЧС России в вахтовом поселке Сабетта. По информации с известных источников, будет также увеличена численность личного состава ГБУ РС (Я) «Авиалесоохрана» на 145 человек, в том числе с созданием 2 новых авиаотделений на общую численность 46 человек. До начала пожароопасного сезона планируется завершить обучение дополнительных 5 летчиков-наблюдателей и довести их общее количество до 50. Это позволит обеспечить увеличение кратности патрулирования. Охрана лесных массивов будет распространяться на 82,1 млн гектаров, что на 10,3 млн гектаров больше, чем в прошлом сезоне, когда охраняемая площадь составляла 71,8 млн гектаров.

Заключение

Резюмируя предшествующие рассуждения, можно сказать, что Якутия нуждается в специалистах и денежных средствах для предотвращения и ликвидации лесных пожаров. Недостаток финансирования является значительной проблемой для пожарной службы Якутии. Финансовые вложения влияют на состояние и качество оборудования, а также на оплату труда специалистов. В конечном итоге получается, что многие пожарные вынуждены работать в тяжелых условиях с минимальными ресурсами.

Проведенные исследования в области расчета сил и средств для предотвращения лесных пожаров позволили выявить ряд критически

важных аспектов, определяющих эффективность превентивных мер. Анализ существующих методик и практик показал, что оптимизация распределения ресурсов, включая личный состав, специализированную технику и оборудование, должна основываться на комплексном подходе, учитывающем комплекс факторов.

Литература

1. Организация работы со спутниковыми данными в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) / Е. А. Лупян [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12, № 5. С. 222–250.
2. Стыценко Ф. В. [и др.]. Возможности оценки площадей лесных пожаров в регионах России на основе данных спутникового детектирования активного горения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13, № 4. С. 189–208. *(Примечание: исправлен диапазон страниц согласно архиву журнала)*.
3. Быковский В. К. Правовые и организационные основы государственного управления лесами. М.: Юрайт, 2018. 229 с.
4. Куманев К. О. Применение авиационных средств для тушения природных пожаров в Республике Саха (Якутия) // Вестник СВФУ. 2024. Т. 2, № 9. С. 470–479.
5. Применение авиационного средства пожаротушения для борьбы с лесными пожарами, возникшими при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов / А. В. Бобарико [и др.] // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. М., 2024. С. 222–228.
6. Порфирьев Б. Н. О мнимой и реальной экономической эффективности борьбы с лесными пожарами в Сибири // ЭКО. 2019. № 11. С. 8–29.
7. Нектегяев Г. Г., Андреев Д. В. Анализ и меры ликвидации лесных пожаров по Республике Саха (Якутия) за 2021 год // Московский экономический журнал. 2021. № 6. С. 235–239

Assessing Forest Fire Prevention Resources in Yakutia

Yakovlev V.A., Nikitina M.M.
M.K. Ammosov North-Eastern Federal University

JEL classification: C10, C50, C60, C61, C80, C87, C90

This research article assesses the availability of resources and equipment for forest fire prevention and suppression during the projected fire season in Yakutia. Considering climate change and the increasing frequency of forest fires, the study aims to develop effective strategies and estimate the resources and resources needed for rapid response to emergencies. To ensure an objective assessment, civil defense personnel, available equipment, and previously allocated funds are estimated. Important objectives of the study include the feasibility of financial investments in fire prevention, but the amount must be reasonable.

Keywords: fire, forest fires, suppression, economic damage, forest, protection.

References

1. Organization of work with satellite data in the information system for remote monitoring of forest fires of the Federal Forestry Agency (ISDM-Rosleskhoz) / E. A. Lupyan [et al.] // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2015. Vol. 12, No. 5. pp. 222–250.
2. Stytsenko F. V. [et al.]. Possibilities of assessing the area of forest fires in the regions of Russia based on satellite detection of active combustion // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2016. Vol. 13, No. 4. pp. 189–208. (Note: the page range has been corrected according to the journal archive).
3. Bykovsky V. K. Legal and organizational foundations of state forest management. M.: Yurait, 2018. 229 p.
4. Kumanev K. O. Use of Aviation Equipment to Fight Wildfires in the Sakha Republic (Yakutia) // Vestnik NEFU. 2024. Vol. 2, No. 9. pp. 470–479.
5. Use of Aviation Firefighting Equipment to Fight Forest Fires That Occurred During Military Conflicts or as a Result of These Conflicts / A. V. Bobariko [et al.] // Civil Defense on Guard of Peace and Security: Proceedings of the VIII Int. Scientific and Practical Conf. M., 2024. pp. 222–228.
6. Porfiryev B. N. On the Imaginary and Real Economic Efficiency of Fighting Forest Fires in Siberia // ECO. 2019. No. 11. pp. 8–29.
7. Nektegyaev G. G., Andreev D. V. Analysis and measures to eliminate forest fires in the Republic of Sakha (Yakutia) for 2021 // Moscow Economic Journal. 2021. No. 6. P. 235–239

Исследование корреляционных связей российского рубля с армянским драмом и киргизским сомом в условиях санкций

Азимков Виктор Евгеньевич
аспирант, РЭУ им. Плеханова, Azimkov.victor@yandex.ru

В условиях санкционного давления и трансформации мировой экономики одним из ключевых факторов углубления внутри интеграционной торговли ЕАЭС является наличие устойчивого и комфортного средства платежа. Исследование посвящено анализу корреляционных связей российского рубля с национальными валютами государств-членов ЕАЭС. Данная статья посвящена анализу корреляционных связей между российским рублем и национальными валютами Армении, Киргизии. Актуальность исследования обусловлена ключевой ролью корреляционной связи в валютной стабильности и углублении интеграционных процессов внутри ЕАЭС.
Ключевые слова: инвесторы, биржа, инфляция, корреляция, репо, макроэкономика, инфляция, рынки капитала.

Одним из наиболее приоритетных направлений внешнеэкономического курса Российской федерации выступает развитие интеграционных процессов в рамках ЕАЭС. На сегодняшний день ЕАЭС представляет собой состоявшееся интеграционное объединение, созданное на базе постсоветского пространства.

В состав интеграционного блока входит 5 государств: Россия, Кыргызстан, Казахстан, Беларусь, Армения.

Российская федерация занимает в этом объединении центральное место, обеспечивая координацию экономических взаимодействий и поддержание макроэкономической стабильности.

Введение беспрецедентных по масштабу санкционных ограничений против России и всего интеграционного блока актуализировало задачу обеспечения устойчивости национальных денежных единиц. На протяжении всего существования интеграционного блока именно российских рубль выполнял функции основной валюты во взаимных расчётах. С момента образования ЕАЭС государствами участниками последовательно проводится курс на сокращение использования валют третьих стран как во внутренних так и в международных платежах, что придает исследованию курсовой динамики особую значимость.

Совместная экономическая среда отличается высокой подвижностью, что вынуждает хозяйствующие субъекты действовать в условиях высокой неопределенности. В таких обстоятельствах на государственные институты ложится обязанность по поддержанию стабильности валюты, от которой напрямую зависят уровни благосостояния населения, жизнеспособность институциональной системы и устойчивость экономического развития. В сложившихся условиях как национальные правительства так и Евразийская экономическая комиссия должны уделять повышенное внимание регулированию валютных и транзакционных рисков. Целью исследования является оценка динамики корреляционной связи между российским рублем и валютами Киргизии и Армении. В рамках статьи проводится анализ корреляционных связей, выявляются факторы, влияющие на формирование валютного курса.

На протяжении исследуемого периода Киргизский сом демонстрировал высокий уровень корреляции с российским рублем. Экономика государства достаточно тесно связана с российской в виду миграционных потоков и зависимости и денежных переводов трудовых мигрантов.

Таблица 1
***Коэффициенты регрессии валют : рубль и сом** (2001-2025 г.)*

Коэффициент множественной корреляции	0,95213479
Детерминация	0,90656067
Нормированная Детерминация	0,90654492
Стандартная ошибка	5,34324322
Количество наблюдений	5938

Источник: рассчитано автором

Таблица 2
***Дисперсионный анализ валютных пар : рубль и сом** (2001-2025 г.)*

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	1644261,59	1644261,59	57591,8495	0
Остаток	5936	169474,273	28,5502481		
Итого	5937	1813735,87			

Источник: рассчитано автором

Таблица 3
***Дисперсия: рубль и сом** (2001-2025 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	22,0423251	0,16457629	133,933787	0	21,7196958	22,3649545	21,7196958	22,3649545
Переменная X 1	0,74737035	0,00311426	239,983019	0	0,74126526	0,75347544	0,74126526	0,75347544

Источник: рассчитано автором

Рассматриваемая статистика подтверждает, что рубль имеет существенное влияние на ситуацию в соме - 90,7% изменений были спровоцированы динамикой рубля. Такой уровень корреляции характерен для стран с глубокой экономической интеграцией, а также при наличии общих внешне-экономических и политических проблем. Значение F подтверждает статистическую значимость модели. F статистика демонстрирует высокое значение и отвергает гипотезу о случайной связи.

Стандартная ошибка 5,34, что является низким показателем и указывает на высокую точность прогноза.

Высокая корреляция валют объясняется зависимостью Кыргызстана от денежных переводов от трудовых мигрантов. На них приходится до 30% в ВВП страны. Российская экономика исторически оказывает существенное влияние на Кыргызстан благодаря экспорту товаров и инвестиций. Политика проводимая центральным банком республики подразумевает частичную привязку валюты к рублю через доллар. Россия была и остается крупнейшим экономическим партнером для Кыргызстана.

При рассмотрении периода с 2019 по 2022 год также наблюдается тесная корреляция валют.

Таблица 4

Коэффициенты регрессии валют : рубль и сом *(2019-2022 г.)*

Коэффициент множественной корреляции	0,75084093
Детерминация	0,5637621
Нормированная Детерминация	0,56318659
Стандартная ошибка	4,3040174
Количество наблюдений	760

Источник: рассчитано автором

Таблица 5

Дисперсионный анализ валютных пар : рубль и сом (2019-2022 г.)

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	18146,3686	18146,3686	979,584019	1,099E-138
Остаток	758	14041,6209	18,5245658		
Итого	759	32187,9895			

Источник: рассчитано автором

Таблица 6

Дисперсия : рубль и сом *(2019-2022 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	10,4474148	2,1525775	4,85344424	1,4737E-06	6,22169309	14,6731366	6,22169309	14,6731366
Переменная X 1	0,94916815	0,0303265	31,298307	1,099E-138	0,88963424	1,00870206	0,88963424	1,00870206

Источник: рассчитано автором

Коэффициент множественной корреляции- 0,75 указывает на сильную линейную на протяжении рассматриваемого периода. R^2 показывает, что 56% изменчивости курса KGS на протяжении рассматриваемого периода объясняется изменениями в рубле. Это умеренно высокий показатель, который дополнительно подтверждает сильное влияние российского рынка на экономику Кыргызстана.

Статистическая значимость модели подтверждена. Гипотеза о случайности связи отвергается крайне высоким значением F статистики.

Стандартная ошибка модели = 4,3, что является низким показателем и указывает на приемлемую точность прогноза. Оба P значения для коэффициентов примерно равны нулю, что подтверждает статистическую значимость. Доверительные интервалы для коэффициента X1 подтверждают надежность оценки. Основным фактором, кроме глубокой интеграции экономик, объясняющим подобную зависимость- является огромный объем переводов от трудовых мигрантов- граждан Кыргызстана, находящихся на заработках в РФ.

При рассмотрении статистики, затрагивающей период с февраля 2022 года по наши дни ситуация аналогична поведению других валют с точки зрения динамики.

Таблица 7

Коэффициенты регрессии валют : рубль и сом *(2022-2025 г.)*

Регрессионная статистика	
Коэффициент множественной корреляции	0,5588084
Детерминация	0,31226683
Нормированная Детерминация	0,31138738
Стандартная ошибка	2,77875604
Количество наблюдений	784

Источник: рассчитано автором

Таблица 8

Дисперсия : рубль и сом *(2022-2025 г.)*

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	2741,65924	2741,65924	355,0689	1,3738E-65
Остаток	782	6038,20139	7,72148515		
Итого	783	8779,86063			

Источник: рассчитано автором

Корреляционная связь стала ниже, тем не менее, она снизилась не настолько сильно как в ситуации с остальными валютами. Коэффициент множественной корреляции = 0,55, что указывает на умеренную зависимость. R^2 = 0,3, что обозначает что 31,2% изменений курса KGS обусловлены динамикой в российском рубле.

Таблица 9

Дисперсия : рубль и сом *(2022-2025 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	75,52367433	0,594114113	127,119809	0	74,357427	76,68992171	74,357427	76,68992171
Переменная X 1	0,13235489	0,00702399	18,843272	1,3738E-65	0,11856679	0,14614299	0,11856679	0,14614299

Источник: рассчитано автором

Статистическая значимость модели подтверждена, а высокое значение F-статистики указывает на устойчивость связи даже при умеренном R^2. Стандартная ошибка модели – 2,78, что указывает на приемлимую точность прогноза. P-значения для коэффициентов подтверждают статистическую значимость, как и узкие доверительные интервалы.

Санкции также оказали существенное влияние на корреляцию валют. Тем не менее, связь остается выше, чем в случае остальных государств, что объясняется существенным влиянием переводов трудовых мигрантов на родину из РФ. У Кыргызстана отсутствуют значительные запасы природных ресурсов, что делает его валюту более зависимой от российского рубля. Также следует отметить, что внешняя торговля Кыргызстана диверсифицирована в меньшей степени относительно других рассматриваемых государств.

Армянский драм исторически демонстрировал меньшую корреляцию с Российским рублем.

Таблица 10

Коэффициенты регрессии валют : рубль и драм *(2001-2025 г.)*

Коэффициент множественной корреляции	0,1620309
Детерминация	0,02625401
Нормированная Детерминация	0,02608997
Стандартная ошибка	70,2903415
Количество наблюдений	5938

Источник: рассчитано автором

Таблица 11

Дисперсионный анализ валютных пар : рубль и драм *(2001-2025 г.)*

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	790742,703	790742,703	160,045655	3,2336E-36
Остаток	5936	29328185,8	4940,7321		
Итого	5937	30118928,5			

Источник: рассчитано автором

Таблица 12

Дисперсия : рубль и драм *(2001-2025 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	416,7994653	2,165000333	192,517045	0	412,555277	421,0436054	412,555277	421,0436054
Переменная X 1	0,51828424	0,040968112	12,650952	3,2336E-36	0,43797182	0,59859667	0,43797182	0,59859667

Источник: рассчитано автором

R= 0,16, что указывает на крайне слабую линейную зависимость валютных курсов. R^2 показывает, что только 2,6% изменчивости курса Армянского драма обусловлено динамикой рубля. Статистическая значимость модели подтверждена.

В контексте армянского драма интересным наблюдением является факт, что экономика Армении может считаться слабо-интегрированной и независимой от Российской относительно других. Зависимость Армении от денежных переводов из РФ также присутствует. На них приходится до 12% ВВП станы, но их влияние может проявить свою значимость при рассмотрении более коротких временных промежутков с 2019 по 2022 год и с 2022 года по 2025.

Также причиной такой слабой корреляционной связи является разная структура экономики государств. Армения ориентирована на IT, туризм, сельское хозяйство, тогда как Россия на сырьевой сектор.

При рассмотрении временного промежутка с 2019 по 2022 год наблюдаем более высокую корреляцию относительно периода с 2001 по 2025.

На протяжении рассматриваемого периода связь валютных курсов может быть охарактеризована, как умеренная. R=0,488, а R^2= 0,23, что показывает, 23,8: изменчивости курса Драма объясняется изменениями

в рубле. Это подтверждает наличие влияния российского рубля на драм, но это влияние не является доминирующим.

Таблица 13

***Коэффициенты регрессии валют : рубль и драм** (2019-2022 г.)*

Коэффициент множественной корреляции	0,48763147
Детерминация	0,23778445
Нормированная Детерминация	0,23677889
Стандартная ошибка	14,082096
Количество наблюдений	760

Источник: составлено на основе Bloomberg terminal [Электронный ресурс]. – Режим доступа https://www.bloomberg.com/quote// AMD =X (дата обращения: 01.03.2025).

Таблица 14

***Дисперсионный анализ валютных пар : рубль и драм** (2019-2022 г.)*

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	46893,155	46893,155	236,469348	1,201E-46
Остаток	758	150315,513	198,305427		
Итого	759	197208,668			

Источник: рассчитано автором

Таблица 15

***Дисперсия : рубль и драм** (2019-2022 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	382,619793	7,042908989	54,326954	1,378E-263	368,793869	396,445718	368,793869	396,445718
Переменная X 1	1,525819	0,099223774	15,3775599	1,201E-46	1,331033 02	1,720604 97	1,331033 02	1,720604 97

Источник: рассчитано автором

Статистическая значимость модели подтверждена, а F-статистика указывает на наличие устойчивой связи, несмотря на умеренное значение R^2.

Стандартная ошибка = 14,08, что является относительно высоким показателем и указывает на существенный разброс данных вокруг линии регрессии. P-значения близки к 0, что подтверждает статистическую значимость коэффициентов, но свидетельствует об ограниченной силе связи. Доверительные интервалы для X1 узкие и не включают ноль, что подтверждает надежность оценки.

На рассматриваемом временном промежутке при формировании курса драма доминирующими были другие факторы. Модель подтверждает наличие умеренной зависимости в период предшествующий геополитическому кризису.

При рассмотрении промежутка после 2022 года выявляется ослабление корреляционных связей между валютами относительно предыдущего временного промежутка.

Таблица 16

***Коэффициенты регрессии валют : рубль и драм** (2022-2025 г.)*

Коэффициент множественной корреляции	0,291888
Детерминация	0,0851986
Нормированная Детерминация	0,08402878
Стандартная ошибка	25,2776331
Количество наблюдений	784

Источник: рассчитано автором

Таблица 17

***Дисперсия : рубль и драм** (2022-2025 г.)*

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	1	46535,5903	46535,5903	72,8303532	7,2947E-17
Остаток	782	499665,73	638,958735		
Итого	783	546201,321			

Источник: рассчитано автором

Таблица 18

***Дисперсия : рубль и драм** (2022-2025 г.)*

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	448,863926	5,404504 26	83,05367 23	0	438,2548 72	459,472 98	438,2548 72	459,472 98
Переменная X 1	-0,5452879	0,0638954 1	- 8,534070 1	7,2947E -17	- 0,670714 7	- 0,41986 11	- 0,670714 7	- 0,41986 11

Источник: рассчитано автором

При рассмотрении промежутка после 2022 года выявляется ослабление корреляционных связей между валютами относительно предыдущего временного промежутка.

Коэффициент множественной корреляции = 0,292, что указывает на крайне слабую линейную зависимость между курсом российского рубля и армянского драма, а коэффициент R^2 = 0,085 показывает, что 8,5% волатильности в AMD объясняется динамикой российского рубля. Значимость модели подтверждается.

Слабая корреляция может быть объяснена низкой степенью экономической интеграции Армении и РФ. Тем не менее, более высокое значение корреляции в период с 2019 по 2022 год и последующее снижение этого значения на промежутке с 2022 по 2025 год подтверждает укрепление интеграции экономик относительно первой половины временного промежутка с 2001 по 2025 год. Модель демонстрирует слабую зависимость армянского драма от российского рубля после начала СВО.

Проведено исследование корреляционных связей валют ЕАЭС. Было рассмотрено несколько временных периодов, которые позволяют сделать вывод о корреляционных связях и влиянии санкционного давления на интеграционный блок.

При рассмотрении временного промежутка с 2001 по 2025 год наблюдается наличие тесных корреляционных связей валют интеграционной группировки с российским рублем, кроме Армянского драма. Временной промежуток с 2022 года по 2025 охарактеризовался снижением корреляционных связей.

Докризисный период также подтверждал высокий уровень корреляции, что являлось отражением синхронизированной курсовой политики и тесном торговом партнерстве. После введения санкций и начала геополитического давления на РФ в период с 2022 по 2025 год корреляция снизилась из-за усиления санкционного давления на обе экономики, разрыва логистических цепочек и административного контроля за белорусским рублем.

Кыргызский сом сохранил частичную зависимость от рубля даже в период высокой геополитической напряженности, но эта зависимость объясняется в первую очередь наличием слабо диверсифицированной и зависимой от денежных переводов из РФ экономики.

Армянский драм наименее зависимая от рубля валюта ЕАЭС. Тем не менее можно сделать вывод об успешном проведении интеграционной политики, так как в докризисный период, корреляция была на наиболее высоком уровне, относительно долгосрочного периода.

Наиболее яркой характеристикой белорусской экономики является сохранение доминирования долей обрабатывающей промышленности, которая несмотря на некоторое снижение доли продолжает обеспечивать около 25% ВВП страны. Стабильность отличает Республику Беларусь от многих постсоветских экономик и указывает на сохранение мощного промышленного потенциала. Высокая доля промышленности в ВДС (включая энергетику) – около 27% в 2023 году – подтверждает индустриальный характер экономики.

Литература

1. Федеральный закон "О валютном регулировании и валютном контроле" от 10.12.2003 N 173-ФЗ (последняя редакция)
2. Договор о Евразийском экономическом союзе (Подписан в г. Астане 29.05.2014) (Подписан в г. Астане 29.05.2014) (ред. от 24.03.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.04.2023) / Справочноправовая система «Консультант Плюс». — Текст : электронный. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163855/ (дата обращения: 15.02.2024).
3. Договор о Евразийской экономической комиссии // Официальный сайт Евразийской Экономической Комиссии. Текст : электронный. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/6b6/Dogovor-o-EEK.pdf (дата обращения: 10.02.2024).
4. Декларация «О евразийской экономической интеграции» (от 18.11.2011) // Справочноправовая система «Консультант Плюс». Текст : электронный. URL https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=INT&n=53086&dst=0&demo=1 / (дата обращения: 12.02.2024).
5. Хасбулатов, Р. И. Международные финансы в 2 ч. Часть 1. : учебник для бакалавриата и магистратуры / Р. И. Хасбулатов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 408 с.
6. Винокурова, Е.Ю. Евразийский экономический союз: книга / Е. Ю. Винокурова. – Санкт Петербург: ЦИИ ЕАБР, 2017. – 296 с.
7. Захаров, А.В. О концепции единого валютного пространства СНГ/ А.В. Захаров. Москва: ЗАО «Юридический Дом «Юстицинформ», 2002. 144 с.
8. Гинзбург, А.И., Михейко, М.В. Рынки валют и ценных бумаг : учебное пособие / И.А. Гинзбург, В.М. Михейко. – СПб., 2004. – 142 с.

9. Домащенко, Д.В. Управление рисками в условиях финансовой нестабильности : учебник для вузов / В.Д. Домащенко. – М., 2010. – 122 с.
10. Корнелиус, Л. Торговля на мировых валютных рынках : учебное пособие / Л. Корнелиус. – М., 2005. – 387 с.
11. Лобанова, А.А., Чугунова, А,В. Энциклопедия финансового риск-менеджмента : энциклопедия / А.А. Лобанова, А.В, Чугунова. – М. : Альпина Паблишер, 2003. -786 с.
12. Магнус, Я.Р., Катышев, П.К., Пересецкий, А.А. Модели Бокса-Дженкинса (ARIMA) : Эконометрика. Начальный курс: учебник / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М. : Дело, 2005. – 253-275 с.
13. Минько, А.А. Статистический анализ в MS Excel : учебник для вузов / А.А. Минько. - М. : Издательский дом Вильямс, 2004. – 448 с.
14. Московская Биржа: [Электронный ресурс]. URL: https://www.moex.ru
15. Терминал Bloomberg . [Электронный ресурс] URL: https://www.bloomberg.com/professional/solution/bloomberg-terminal/
16. Официальный сайт Всемирного Банка.– Москва. URL: www.worldbank.or [Электронный ресурс]
17. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии.– Москва. URL: www.eurasiancommission.org [Электронный ресурс].
18. Официальный сайт Евразийского банка развития. – Москва. URL: www.eabr.org). –. [Электронный ресурс]

Analysis of the correlation between the Russian ruble and the Armenian dram and the Kyrgyz som in the context of sanctions

Azimkov V.E.
Russian University of Economics Plekhanov

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

In the context of sanctions pressure and the transformation of the global economy, one of the key factors in deepening intra-EAEU trade is the availability of a stable and convenient means of payment. This study focuses on analyzing the correlation between the Russian ruble and the national currencies of the EAEU member states. In particular, this article explores the correlation between the Russian ruble and the national currencies of Armenia and Kyrgyzstan. The relevance of this study lies in the crucial role of correlation in maintaining currency stability and deepening integration processes within the EAEU.

Keywords: investors, exchange, inflation, correlation, repo, macroeconomics, inflation, capital markets.

References

1. Federal Law "On Currency Regulation and Currency Control" dated 10.12.2003 N 173-FZ (latest revision)
2. Treaty on the Eurasian Economic Union (Signed in Astana on 29.05.2014) (Signed in Astana on 29.05.2014) (as amended on 24.03.2022) (as amended and supplemented, entered into force on 03.04.2023) / Legal reference system "Consultant Plus". — Text: electronic. — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163855/ (date of access: 15.02.2024).
3. Treaty on the Eurasian Economic Commission // Official website of the Eurasian Economic Commission. Text: electronic. URL: https://eec.eaeunion.org/upload/medialibrary/6b6/Dogovor-o-EEK.pdf (date of access: 10.02.2024).
4. Declaration "On Eurasian Economic Integration" (dated 18.11.2011) // Legal reference system "Consultant Plus". Text: electronic. URL https://login.consultant.ru/link/?req=doc&base=INT&n=53086&dst=0&demo=1 / (date of access: 12.02.2024).
5. Khasbulatov, R. I. International Finance in 2 Parts. Part 1: A Textbook for Undergraduate and Graduate Students / R. I. Khasbulatov. — 2nd Edition, Revised and Supplemented. — Moscow: Yurait Publishing House, 2019. — 408 p.
6. Vinokurova, E. Yu. Eurasian Economic Union: Book / E. Yu. Vinokurova. — St. Petersburg: EDB Center for Integration Studies, 2017. — 296 p.
7. Zakharov, A. V. On the Concept of a Single Currency Area of the CIS / A. V. Zakharov. Moscow: ZAO Yuridichesky Dom Yustitsinform, 2002. — 144 p.
8. Ginzburg, A. I., Mikheiko, M. V. Currency and Securities Markets: A Textbook / I.A. Ginzburg, V.M. Mikheiko. – St. Petersburg, 2004. – 142 p.
9. Domashchenko, D.V. Risk Management in Conditions of Financial Instability: A Textbook for Universities / V.D. Domashchenko. – Moscow, 2010. – 122 p.
10. Cornelius, L. Trading in World Currency Markets: A Textbook / L. Cornelius. – Moscow, 2005. – 387 p.
11. Lobanova, A.A., Chugunova, A.V. Encyclopedia of Financial Risk Management: An Encyclopedia / A.A. Lobanova, A.V., Chugunova. – Moscow: Alpina Publisher, 2003. - 786 p.
12. Magnus, Ya.R., Katyshev, P.K., Peresetsky, A.A. Box-Jenkins Models (ARIMA): Econometrics. Introductory Course: Textbook / Ya.R. Magnus, P.K. Katyshev, A.A. Peresetsky. - Moscow: Delo, 2005. - 253-275 p.
13. Minko, A.A. Statistical Analysis in MS Excel: Textbook for Universities / A.A. Minko. - Moscow: Williams Publishing House, 2004. - 448 p.
14. Moscow Exchange: [Electronic resource]. URL: https://www.moex.ru
15. Bloomberg Terminal . [Electronic resource] URL: https://www.bloomberg.com/professional/solution/bloomberg-terminal/
16. Official website of the World Bank. – Moscow. URL: www.worldbank.or ¬ [Electronic resource]
17. Official website of the Eurasian Economic Commission. – Moscow. - URL: www.eurasiancommission.org [Electronic resource].
18. Official website of the Eurasian Development Bank. – Moscow. - URL: www.eabr.org). – . [Electronic resource]

Влияние цифровой трансформации на оптимизацию финансовых показателей ТЭК

Алимжанов Аскар Кайратович
аспирант кафедры финансов устойчивого развития, РЭУ им. Г. В. Плеханова

В статье рассматривается влияние цифровой трансформации на финансовые показатели предприятий топливно-энергетического комплекса (ТЭК), в частности, на примере ПАО «Интер РАО». Автором анализируются различные подходы к определению понятия «цифровая трансформация», подчеркивается ее экономическая целесообразность и необходимость переосмысления бизнес-моделей. На основе анализа финансовых показателей ПАО «Россети» и «Интер РАО» демонстрируется положительная динамика выручки и чистой прибыли. Рассматриваются стратегические цели ПАО «Интер РАО» в области цифровизации и повышения эффективности, а также их влияние на динамику объемов переданной электроэнергии в Республике Башкортостан и снижение их потерь. В заключение статьи автор отмечает, что эффективность политики цифровизации бизнес-процессов положительно влияет на финансовые результаты компаний ТЭК, а также подчеркивается важность использования цифровых решений для сбора и обработки информации и принятия эффективных решений в сфере электроэнергетики.
Ключевые слова: финансы, цифровая трансформация, цифровая зрелость, экономика, ТЭК.

В эпоху стремительной цифровой трансформации, охватывающей все сферы экономики, топливно-энергетический комплекс (ТЭК) не остается в стороне от этих глобальных изменений. Внедрение цифровых технологий оказывает существенное влияние на операционную деятельность предприятий ТЭК, открывая новые возможности для оптимизации финансовых показателей.

Рассмотрим некоторые подходы к определению цифровой трансформации.

Этот термин зачастую трактуется как общественно-социальная категория, акцентируя повсеместность цифровизации в современном мире. Э. Столтерман, А. К. Форс, Д. П. Труэкс, Д. Вастелл и другие придерживаются подобных взглядов, отмечая, что цифровая трансформация охватывает изменения, связанные с внедрением цифровых технологий во все сферы жизни общества [1].

Экономическая целесообразность цифровых преобразований компании часто фигурирует в определениях. М. К. Ценжарик, Ю. В. Крылова, В. И. Стешенко видят цель в повышении конкурентоспособности, создании и увеличении стоимости в цифровой экономике [2].

Экономическая литература подчеркивает, что цифровая трансформация подразумевает фундаментальное переосмысление клиентского опыта, бизнес-моделей, операций и необходимость внесения коренных изменений в принципы создания новых продуктов [3].

В нашем исследовании цифровая трансформация понимается как процесс цифровизации или как ее результат.

Инвестиции в цифровые технологии и их внедрение энергетическими компаниями значительно возросли за последние 5–10 лет. В мировой практике с 2014 года инвестиции в диджитализацию энергетической инфраструктуры и цифровые технологии постепенно увеличивались на 20–25%, достигнув к 2017 году примерно 50 млрд долл. США. Инвестиции в возобновляемую энергетику стали на 30–40% больше, чем в газовую промышленность (около 35 млрд долл. США), и сравнимы с общими инвестициями в электроэнергетический сектор (около 45 млрд долл. США) [4, с. 98].

В энергетике активно реализуются цифровые проекты, основанные на анализе данных и машинном обучении для прогнозирования спроса на энергию, что позволяет оптимизировать производственные планы и более эффективно распределять ресурсы [5].

В последние годы энергетический сектор характеризовался определенными показателями (таблица 1).

Таблица 1
Мощность и от пуск энергии по источникам снабжения в 2022-2023 гг. [6]

Наименование ис точника питания	Установленная электрическая мощность, тыс. кВт		Объем от пуска электрической энергии, млн. кВт * ч.		Установленная тепловая мощность, Гкал / час .		Объем от пуска тепловой энергии, тыс. Гкал	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Тепловые электростанции	109956	102056	200860	164452	20520	19812	6796	5904
Теплоэлектроцентрали	42276	22244	44312	42380	129324	125452	119516	116372
Атомные электростанции	55340	55340	303724	321180	10384	10384	6056	6044
Ветровые электростанции	1548	2596	3796	6408	-	-	-	-
Солнечные электростанции	1296	2888	1632	3032	-	-	-	-
Гидроэлектростанции	24668	24852	36016	41480	-	-	-	-
Теплогенерирующие уст ановки, кот ельные	-	-	-	-	917468	348564	240776	223348
Другие энергогенер. уст ановки	1620	1568	768	600	32624	23708	22680	21504
Всего	236704	211544	591108	579532	1110320	527920	395824	373172

В 2022 году атомные электростанции традиционно занимали наибольшую долю в структуре отпуска энергии – 55,4%, тепловые электростанции – значительно меньшую, 28,4%. Доля электроэнергии от тепловых электростанций постепенно сокращается, снизившись на 5,6 п. п. в 2022–2023 гг. Финансовые показатели ПАО «Россети» по передаче

электроэнергии за 2019–2023 гг. демонстрируют устойчивую тенденцию (таблица 2).

Таблица 2

Финансовые показатели деятельности по передачи электроэнергии за 2019 – 2023 гг., млн. руб. [7]

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Выручка	94 505.8	94 984,9	103 168,3	109 702,0	123 264,9
– от передачи электрической энергии	90 886.7	90 490,5	97 771,1	101 662,8	112 578,0
– от технологического присоединения	1 542,0	1 306,0	1 486,8	2 511,3	4 548,3
– от перепродажи электроэнергии и мощности	520,7	531,2	591,2	595,6	416,8
– прочая	1 556,5	2 657,2	3 319,2	4 932,4	5 721,8
Себестоимость, млрд руб.	84 508,6	84 889,2	90 218,8	94 157,0	105 693,3
Прибыль (убыток) от продаж	7 642,8	7 689,2	10 617,8	13 291,3	15 526,0
EBITDA	16 038,3	18 516,8	20 536,3	22 730,9	24 896,4
Чистая прибыль	328,3	2 829,7	4 147,1	4 537,8	6 114,8
Совокупные активы	124 383,7	130 309,7	132 752,6	140 848,0	148 632,4
Чистые активы	55 747,7	58 593,8	53 520,0	55 255,0	60 863,7
Займы и кредиты	43 175,4	45 297,7	42 287,6	39 243,8	38 309,0
Денежные средства и денежные эквиваленты (Финансовые вложения)	1 015,9	1 036,2	3 461,0	6 923,6	7 056,3
Чистый долг	42 159,5	44 261,5	38 826,6	32 320,2	31 252,7

В 2023 году выручка составила 123 264,9 млн руб., что превышает показатель предыдущего года в 94 505,8 млн руб. Чистый долг на конец года составил 31 252,7 млн руб. «Стратегия развития Группы «Интер РАО» на период до 2025 года с перспективой до 2030 года» определяет цели для повышения энергоэффективности. Внедрение инновационных решений выступает двигателем развития.

Стратегия выделяет 4 ключевых приоритета развития ПАО «Интер РАО»:

- рост стоимости достигается фокусировкой на проектах модернизации энергоблоков тепловых электростанций, участии в конкурентных отборах мощности новых генерирующих объектов, проектах нового строительства, сделках по слияниям и поглощениям, а также на работе по повышению эффективности действующих активов и росту уровня устойчивого развития;
- диверсификация ориентирована на развитие бизнеса, включая сегмент машиностроения, розничный бизнес и другие перспективные направления, в том числе возможность участия в развитии возобновляемой энергетики;
- цифровизация и повышение эффективности планируется за счет цифровизации энергосбытовой деятельности, трейдинга, ключевых бизнес-процессов в управлении производством и фондами, а также за счет предложения новых цифровых сервисов, что позволит обеспечить синергию бизнес-процессов группы, оптимизировать затраты и сформировать новые источники доходов;
- устойчивое развитие Интер РАО нацелено на повышение уровня устойчивого развития и впервые устанавливает четкие цели по улучшению положения в международных рейтингах ESG и снижению удельного углеродного следа. Программа инновационного развития ПАО «Интер РАО» до 2020 года с перспективой до 2025 года определяет индикаторы инновационного развития компании и направления для научно-исследовательских работ.

Далее рассмотрим влияние цифровой трансформации на оптимизацию финансовых показателей ПАО «Интер РАО».

ПАО «Интер РАО» обладает устойчивым финансовым состоянием (таблица 3), что позволяет вести процесс расширенного воспроизводства, учитывая финансовый потенциал, взаимодействие с контрагентами и расширение сферы влияния на региональном рынке энергетических ресурсов.

Таблица 3

Финансовые показатели деятельности компании ПАО «Интер РАО»*

Показатели	Базовый	Отчетный	В среднем за 3 года	Отклонение в %
Выручка, тыс. руб.	16401,4	17480,3	16490,3	106,6
Себестоимость, тыс. руб.	14092,6	14905,5	14220,0	105,8
Валовая прибыль, тыс. руб.	2308,8	2574,8	2279,3	111,5
Чистая прибыль, тыс. руб.	645,4	1109,6	915,0	171,9

* Составлено автором по данным ПАО «Интер РАО»

Выручка ПАО «Интер РАО» от реализации услуг увеличилась на 6,6 % за анализируемый период, а себестоимость, в условиях рыночной экономики, соответственно, возросла на 5,8 %. Валовая прибыль ПАО «Интер РАО» увеличилась на 11,5 %, а чистая прибыль выросла почти на 71,9 %, что является значительным достижением. Почти все финансовые показатели демонстрируют положительную динамику, что доказывает эффективность финансовой и производственной политики организации и ее курс на масштабирование бизнеса. Динамика объемов переданной электроэнергии на примере Республики Башкортостан представлена в таблице 4.

Из таблицы видно, что в регионе сохраняются темпы роста объемов технологического присоединения новых клиентов. В Республике Башкортостан за 2023 год заключено 2258 договоров о технологическом присоединении к электрическим сетям, что на 10,8 % выше показателя 2021 года. Исполнено 1903 договора (соответствует 2021 году – 1900 договоров).

Оплата услуг по технологическому присоединению составила 390,9 млн руб. с НДС (выше показателя 2022 на 54%). Эффективная политика работы с дебиторами и клиентами, выстроенная в долгосрочной перспективе, отражается на формировании выручки организации и распределении производственного потенциала. Данные таблицы 4 также показывают снижение потерь электроэнергии за анализируемый период на 2,7 %, что демонстрирует положительные тенденции.

Общий объем электроэнергии, отпускаемой в сеть, имеет незначительную вариацию, ее размах составляет 2972,2–2999,7 млн кВт·ч, аналогичная тенденция прослеживается в разрезе отпускаемой энергии конечным потребителям и территориальным сетевым организациям.

Итак, ПАО «Интер РАО» активно использует цифровые решения, позволяющие собирать и обрабатывать информацию, оперативно реагировать на потери. Вопросы цифровых решений активно обсуждаются учеными, а цифровые инструменты используются производителями.

Таким образом, экономическая оценка деятельности ПАО «Интер РАО» на региональном рынке показала масштабирование деятельности, стабильный рост финансовых показателей и увеличение чистой прибыли более чем на 70 %. Показатели отпуска электроэнергии также демонстрируют стабильный рост при снижении потерь, что подтверждает эффективную политику организации, направленную на долгосрочную цифровизацию бизнес-процессов.

В рамках повышения эффективности деятельности по оптимизации сбора и обработки больших данных в сфере электроэнергетики компания активно использует цифровые решения, позволяющие принимать эффективные решения. Финансовый потенциал энергетической компании демонстрирует положительную динамику увеличения финансовых показателей, что значительно расширяет потенциал внедрения современных цифровых технологий, направленных на обработку информации, снижение потерь и увеличение продаж.

Литература

1. Stolterman, E. Information technology and the good life / E. Stolterman, A. C. Fors, D. P. Truex, D. Wastell // Information systems research: Relevant theory and informed practice. — Kluwer Academic Publishers, 2004. — P. 687–693.
2. Ценжарик, М. К. Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели / М. К. Ценжарик, Ю. В. Крылова, В. И. Стешенко // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. — 2020. — Т. 36, № 3. — С. 390–420.
3. Попова, О. А. Формирование и развитие инновационной инфраструктуры в целях цифровизации систем / О. А. Попова // Организатор производства. — 2020. — № 3. — С. 73–83.
4. Бушуев, В. В. Цифровизация экономики и энергетики: перспективы и проблемы / В. В. Бушуев, Н. Л. Новиков, А. Н. Новиков // Экономические стратегии. — 2019. — Т. 21, № 6 (164). — С. 96–105.
5. Системы управления энергетикой будущего (Internet of Energy) [Электронный ресурс] // URL: https://energy.skolkovo.ru/ru/senec/research/internet-of-energy/ (дата обращения: 08.04.2025).\
6. Индикаторы цифровой экономики: 2021 : статистический сборник. — Москва : НИУ ВШЭ, 2022. — 156 с.
7. Финансовый отчет ПАО «Россети» [Электронный ресурс] // URL: https://www.mrsk-1.ru/investors/indicators/financial/ (дата обращения: 08.04.2025).
8. Стратегия развития Группы «Интер РАО» на период до 2025 года с перспективой до 2030 года [Электронный ресурс] // URL: https://www.interrao.ru/ (дата обращения: 08.04.2025).

Impact of digital transformation on optimization of fuel and energy sector financial indicators

Alimzhanov A.K.
REU im. G. V. Plekhanov

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article examines the impact of digital transformation on the financial performance of enterprises in the fuel and energy complex (FEC), in particular, on the example of PJSC Inter RAO. The author analyzes various approaches to defining the concept of "digital transformation," emphasizes its economic feasibility and the need to rethink business models. Based on the analysis of the financial performance of PJSC Rosseti and Inter RAO for the period 2019–2023, positive dynamics of revenue and net profit is demonstrated. Strategic goals of PJSC Inter RAO in the field of digitalization and efficiency improvement are considered, as well as their impact on the dynamics of the volume of transmitted electricity in the Republic of Bashkortostan and the reduction of losses. At the end of the article, the author notes that the effectiveness of the digitalization policy of business processes has a positive effect on the financial results of companies in the fuel and energy complex and also emphasizes the importance of using digital solutions to collect and process information and make effective decisions in the electric power industry.

Keywords: finance, digital transformation, digital maturity, economy, fuel and energy complex.

References

1. 1. Stolterman, E. Information technology and the good life / E. Stolterman, A. C. Fors, D. P. Truex, D. Wastell // Information systems research: Relevant theory and informed practice. - Kluwer Academic Publishers, 2004. - P. 687-693.
2. Tsenzharik, M. K. Digital transformation of companies: strategic analysis, influencing factors and models / M. K. Tsenzharik, Yu. V. Krylova, V. I. Steshenko // Bulletin of St. Petersburg University. Economics. - 2020. - Vol. 36, No. 3. - P. 390-420.
3. Popova, O. A. Formation and development of innovative infrastructure for the purposes of digitalization of systems / O. A. Popova // Production organizer. — 2020. — No. 3. — P. 73–83.
4. Bushuev, V. V. Digitalization of the Economy and Energy: Prospects and Challenges / V. V. Bushuev, N. L. Novikov, A. N. Novikov // Economic Strategies. — 2019. — Vol. 21, No. 6 (164). — P. 96–105.
5. Future Energy Management Systems (Internet of Energy) [Electronic resource] // URL: https://energy.skolkovo.ru/ru/senec/research/internet-of-energy/ (date accessed: 08.04.2025).\
6. Digital Economy Indicators: 2021: Statistical Digest. — Moscow: HSE University, 2022. — 156 p.
7. Financial report of PJSC Rosseti [Electronic resource] // URL: https://www.mrsk-1.ru/investors/indicators/financial/ (date of access: 08.04.2025).
8. Development strategy of the Inter RAO Group for the period up to 2025 with a prospect up to 2030 [Electronic resource] // URL: https://www.interrao.ru/ (date of access: 08.04.2025).

Модели внедрения цифровых валют центральных банков в зарубежной практике: выводы для российской финансовой системы

Ангеловский Александр Сергеевич
аспирант, МБИ имени Анатолия Собчака, public-science@rambler.ru

В статье представлен сравнительный анализ зарубежного опыта внедрения цифровых валют центральных банков на примере трех стран: Китая, Швеции и Нигерии. Автор анализирует решения, механизмы стимулирования спроса, подходы к обеспечению конфиденциальности и интеграции цифровых валют центральных банков в существующую платежную инфраструктуру. Особое внимание уделено достижениям и проблемам внедрения: масштабированию китайского пилота и его интеграции с популярными платежными платформами, шведскому опыту разработки офлайн-функциональности и обеспечения платежной устойчивости, а также урокам неудачного внедрения eNaira в Нигерии. На основе проведенного анализа сформулированы рекомендации для российской финансовой системы и проекта цифрового рубля. Обосновывается необходимость поэтапного развертывания цифрового рубля, вовлечения коммерческих банков, формирования ценностного предложения для пользователей, обеспечения баланса между конфиденциальностью и прозрачностью транзакций.

Ключевые слова: цифровая валюта центрального банка, цифровой рубль, цифровой юань, цифровая крона, eNaira, платежная система, финансовая инклюзия, трансграничные платежи.

Введение

Цифровые валюты центральных банков (ЦВЦБ) в последние годы превратились в одну из центральных тем мировой финансовой политики. Согласно оценкам американского аналитического центра «Атлантический совет», более 130 стран, совокупно представляющих около 98% мирового ВВП, ведут исследования или разработки в области ЦВЦБ [10]. По состоянию на 2025 год 72 государства перешли к продвинутым стадиям – от разработки до пилотных проектов или даже полноценного запуска цифровых валют. Три страны официально ввели национальные ЦВЦБ в обращение – Багамские Острова, Нигерия и Ямайка, причем во всех этих случаях усилия направлены на расширение внутреннего использования цифровой валюты.

Интерес к «цифровым деньгам» центральных банков обусловлен целым рядом причин.

Во-первых, ЦВЦБ рассматриваются как инструмент повышения доступности финансовых услуг. Так, О. Ю. Кузьмина и М. Е. Коновалова отмечают, что «в основном регуляторы ставят целью обеспечение финансовой стабильности, развитие платежной системы, содействие развитию финансовой системы, увеличение доступности финансовых услуг» [6].

Во-вторых, выпуск розничной (потребительской) ЦВЦБ способен усилить конкуренцию на национальном рынке платежей, а кроме того, повысить финансовый суверенитет государства в условиях давления со стороны частных криптовалют [4].

В-третьих, цифровые валюты должны повысить скорость и надежность платежей, снижая операционные издержки, а также они необходимы для повышения прозрачности денежных потоков [8].

Наконец, ЦВЦБ формирует новый канал для монетарной и бюджетной политики, позволяя, например, проводить адресные выплаты населению или бизнесу напрямую от государства.

Одновременно центральные банки учитывают и риски, связанные с внедрением ЦВЦБ. Один из ключевых вызовов – недопущение оттока средств из коммерческих банков (дезинтермедиация). Как отмечает Д.А. Кочергин: «В целях своевременного и адекватного реагирования на возможный отток депозитов из банковской системы, препятствования дезинтермедиации банков, сохранения за последними доли на рынке платежных услуг, а также минимизации рисков нарушения финансовой стабильности и других рисков, внедрение цифрового рубля должно быть постепенным и планомерным» [5]. Другой вызов – обеспечение кибербезопасности. Система ЦВЦБ должна противостоять кибератакам, техническим сбоям и мошенничеству, чтобы не подорвать доверие к новой форме денег. Поэтому большинство стран придерживается осторожного, итерационного подхода, то есть сначала запускаются ограниченные пилотные проекты и «регуляторные песочницы», а полноценное внедрение откладывается до отработки технологий и сбора отзывов пользователей.

Цель исследования – на основе сравнительного анализа опыта Китая, Швеции и Нигерии выявить ключевые факторы, определяющие успешность внедрения розничных ЦВЦБ, и сформулировать рекомендации для российского проекта цифрового рубля.

Китай: проект цифрового юаня

Китайская Народная Республика является мировым лидером по масштабу реализации розничной ЦВЦБ – цифрового юаня (официальное название – e-CNY). Народный банк Китая (НБК) начал исследования в этой сфере еще в 2014 году, создав специальную рабочую группу, а к 2017 году разработал прототип цифровой валюты [22]. Пилотное тестирование e-CNY стартовало в 2019-2020 годах и охватывало несколько крупных городов. К 2021 году пилот распространился на 6 городов, а к 2022 году – на 25 городов, включая Шанхай, Пекин, Шэньчжэнь и др., после чего началось поэтапное распространение проекта на небольшие города и сельские районы [18]. Таким образом, за несколько лет Китай подготовил инфраструктуру и нормативную базу для самого масштабного эксперимента с национальной цифровой валютой. В результате после завершения перехода от пилотного тестирования к полноценному внедрению с 2023 по 2025 гг. цифровой юань вырос более чем на 800 процентов, став крупнейшим в мире экспериментом с цифровой валютой центрального банка [25].

Внедрение цифрового юаня преследует как внутренние, так и внешние стратегические задачи. Для решения внутренних задач e-CNY рассматривается как инструмент модернизации платежной системы и обеспечения государством альтернативы доминирующим частным платежным платформам (AliPay, WeChat Pay и др.), которые охватывают более 90% розничных платежей в КНР [18]. Цифровой юань должен стать удобным платежным средством для повседневных расчетов, предоставляемым напрямую центральным банком. Платить цифровой валютой можно и через специальное приложение НБК, и через приложения уполномоченных банков, и свой кошелек AliPay. Исследователи отмечают, что решения Китая в части архитектуры (режим мгновенного расчета при оплате, совместимость с популярными платежными приложениями, использование кошельков и др.) позволили расширить финансовую инклюзию и удобство для пользователей при сохранении достаточно жесткого контроля со стороны государственных органов [19]. Важно отметить, что заявленный в рамках защиты конфиденциальности принцип «контролируемой анонимности» предполагает, что все совершенные операции записываются и при необходимости будут отслежены для противодействия отмыванию денег и другим нарушениям [7]. Как указывают отечественные исследователи, такой подход позволяет Китаю не только бороться с экономическими преступлениями, но и укреплять финансовый суверенитет, минимизируя риски внешнего давления и санкций [1].

В начале проекта власти стимулировали интерес населения через так называемые «красные конверты» – бесплатную раздачу небольших сумм e-CNY по итогам лотерей, а также путем интеграции e-CNY в популярные приложения. По данным НБК, к концу 2021 года объем транзакций в цифровом юане в Китае достиг примерно 87,57 млрд юаней (13,78 млрд долларов США), было открыто 261 млн личных кошельков, а количество торговых точек, принимающих цифровую валюту, превысило 8,08 млн [12]. Однако реальная экономическая активность на начальном этапе была невысокой: в январе 2023 года регулятор впервые раскрыл объем выпущенного e-CNY – около 13,6 млрд юаней, что составляло лишь около 0,13% наличных денег в обращении [14]. Медленный старт объяснялся конкуренцией со стороны AliPay и WeChat Pay, через которые большинство китайцев осуществляют безналичные платежи. Тем не менее по мере расширения географии пилота и появления новых сценариев применения обороты цифрового юаня начали расти. По последним данным, суммарный объем транзакций в e-CNY к сентябрю 2025 года достиг 14,2 трлн юаней [11], что в несколько раз превышает показатели 2023 (1,8 трлн юаней) и 2024 (7 трлн юаней) годов. При этом выросло число зарегистрированных кошельков: если в июле 2024 года сообщалось о 180 млн кошельков, то к осени 2025 года их количество достигло 2,25 млрд (в среднем каждый пользователь завел более одного кошелька через разные банки) [12]. Интересно, что за 2 года снизился средний размер транзакции – с 1895 юаней до 428 юаней [12], что указывает на рост доли повседневных платежей.

Хотя цифровой юань ориентирован прежде всего на внутренний рынок, Китай рассматривает его и как инструмент для международных расчетов в перспективе. Официально e-CNY позиционируется как способ продвижения юаня в мировых финансах и формирования многополярной валютной системы [10]. НБК участвует в ряде международных инициатив по применению ЦВЦБ. В частности, совместно с центробанками Таиланда, ОАЭ, Гонконга и др. реализуется проект mBridge – платформа для прямых трансграничных расчетов между банками с использованием цифровых валют разных стран. Предполагается, что такая система позволит осуществлять международные платежи быстрее и дешевле, минуя традиционную инфраструктуру (SWIFT и долларовые корреспондентские счета) [2].

Таким образом, Китай не только продвигает цифровой юань, но и закладывает базу для альтернативных каналов глобальных расчетов. Китайский опыт показывает, что государство с развитой финтех-экосистемой может относительно быстро масштабировать ЦВЦБ, однако для достижения массового использования требуется сделать новую форму денег не менее удобной и универсальной, чем существующие частные средства платежа.

Швеция: проект e-krona

Швеция была одной из первых развитых стран, начавших изучать идею собственной цифровой валюты. Поводом послужило сокращение наличного обращения. Доля наличных в розничных платежах в Швеции постепенно падала с 40% на 2010 год до 10% в 2023 году, а кроме того, на ту же тенденцию указывает количество наличных в обращении и статистика по снятию наличных [24]. В результате Риксбанк (центральный банк Швеции) уже в 2016 году заявил о планах выпустить цифровую крону (e-krona). Цель состояла в сохранении роли центрального банка как гаранта платежных средств: даже если наличные деньги практически выйдут из обращения, у общества должна остаться публичная альтернатива частным безналичным сервисам. С учетом требований шведского законодательства к прозрачности и безопасности, Риксбанк изначально подчеркивал, что проект e-кроны будет реализован без ущерба для стабильности финансовой системы («principle of do no harm»). Основная проблема, о которой говорится в литературе, заключается в том, что выпуск CBDC может спровоцировать отток депозитов из коммерческих банков в цифровую валюту, сокращая тем самым кредитные ресурсы банковской системы [9]. Таким образом, Швеция заняла осторожную позицию, стремясь изучить все последствия ЦВЦБ перед ее возможным запуском.

Риксбанк запустил пилот e-krona в 2020 году в сотрудничестве с компанией Accenture. На первом этапе (2020-2021 гг.) была разработана платформа на базе технологии распределенного реестра. Весной 2021 года Риксбанк объявил об окончании первой фазы пилота и отметил необходимость решить ряд технических проблем, прежде чем переходить к внедрению e-кроны. В последующих фазах пилотного проекта (фаза 2 – 2021-2022, фаза 3 – 2022-2023) моделировались различные аспекты функционирования и сценарии использования ЦВЦБ. В частности, третья фаза была посвящена интеграции электронной кроны в существующую платежную инфраструктуру и изучению продвинутых функций – таких как условные (смарт) платежи и трансграничные переводы. Испытания показали принципиальную реализуемость смарт-контрактов на базе e-кроны, однако были выявлены и риски, например, накопление избыточных данных о пользователях, что нежелательно с точки зрения защиты конфиденциальности [16].

Окончательная, четвертая фаза пилота, фокусировалась на реализации офлайн-платежей с помощью e-krona. В марте 2024 года Риксбанк опубликовал отчет по итогам фазы, отметив, что ему удалось протестировать прототип офлайн-решения на базе специальных смарт-карт (т. н. shadow wallet – резервирование части баланса на карте для офлайн-расходов) [15]. Был сделан вывод о том, что решение позволяет проводить офлайн-платежи с последующей синхронизацией, однако масштабирование офлайн-ЦВЦБ остается технологически сложной задачей. По завершении четвертой фазы пилотный проект e-krona был формально завершен, не переходя в стадию реального внедрения.

Особенностью шведского подхода является увязка решения о запуске e-krona с политическими и законодательными органами. В 2023 году в Швеции вышел правительственный доклад «Государство и платежная система», в котором анализируются плюсы и минусы выпуска e-krona [23]. Вывод комиссии заключался в том, что пока нет общественной необходимости в e-krona, учитывая стабильность нынешней денежной системы и сохранение наличных как резервного средства платежа.

Таким образом, на 2025 год Швеция продолжает сохранять интерес к ЦВЦБ, но не спешит с запуском. Позицию Риксбанка можно охарактеризовать как выжидательно-изучающую. С одной стороны, ЦБ доказал реализуемость цифровой кроны и видит потенциальные выгоды, а с другой стороны, ввиду отсутствия прямой потребности и наличия альтернатив, власти не считают целесообразным спешить с внедрением e-krona. Швеция фактически выбрала стратегию дождаться большей определенности и только затем принимать окончательное решение о собственной ЦВЦБ.

Нигерия: проект eNaira

Федеративная Республика Нигерия стала одной из первых стран в мире, полноценно запустивших розничную цифровую валюту. Национальный проект eNaira был анонсирован Центральным банком Нигерии в 2021 году, и 25 октября того же года цифровая найра официально вошла в обращение – впервые на африканском континенте. Власти преследовали несколько целей:

1) расширение доступа населения к финансовым услугам (в Нигерии значительная доля жителей не имеет банковских счетов);

2) повышение эффективности платежей и снижение издержек на переводы;

3) развитие инфраструктуры для безопасных цифровых расчетов.

Стоит отметить, что к моменту запуска Нигерия входила в десятку мировых лидеров по использованию биткойна [3]. Правительство пыталось предложить легальный цифровой инструмент, который мог бы удовлетворить спрос на быстрые электронные платежи, но при этом находился под контролем регулятора и не нес рисков. Несмотря на первоначальный интерес, массового использования eNaira достичь не удалось. Так, в среднем за неделю в системе eNaira совершается около 14 000 транзакций. По оценке МВФ, это свидетельствует о том, что активными являются лишь 1,5% зарегистрированных кошельков, тогда как оставшиеся 98,5% фактически не используются [20].

Причины слабого старта кроются как в технических, так и в поведенческих факторах.

Во-первых, не все граждане имели возможность подключиться. Хотя для регистрации кошелька требовалось лишь наличие национального ID, многим пользователям не хватало цифровой грамотности или доступа к смартфону. Попыткой решения этой проблемы стало то, что Центральный банк Нигерии в 2022 году запустил специальный USSD-сервис, позволивший создавать и использовать кошелек eNaira с обычного кнопочного телефона без интернета [21].

Во-вторых, проект не получил поддержки со стороны коммерческих банков. Появление eNaira вызвало у них опасения оттока клиентских средств, при этом сами банки лишились комиссии за переводы и не получили доступа к кошелькам клиентов eNaira. Банки не рекламировали новый сервис, что повлияло на его распространение.

В-третьих, eNaira не продемонстрировала преимуществ для пользователей по сравнению с традиционными наличными расчетами и мобильными платежами. В исследовании Международного валютного фонда отмечается, что проект работал без сбоев, однако «не вышел за рамки исходной волны ограниченного принятия». Преодоление барьера требует мер, предполагающих интеграцию eNaira в экосистему мобильных платежей и сопутствующих финансовых сервисов [20].

В конце 2022 – начале 2023 гг. ситуация с цифровой найрой менялась. В связи с острой нехваткой наличных денег, возникшей из-за политики по изъятию и замене банкнот, ЦБ Нигерии предпринял шаги для стимулирования безналичных платежей. Введенное в январе 2023 года ограничение на снятие наличных, призванное стимулировать использование eNaira, спровоцировало массовые протесты, поскольку при неработающих банкоматах инфраструктура использования цифровой найры оставалась недостаточно развитой. Несмотря на последовавшую отмену ограничений, в период дефицита наличных число кошельков eNaira выросло более чем в 12 раз, а объем транзакций увеличился на 63%, однако после нормализации ситуации с банкнотами активность использования вновь снизилась [17].

Тем не менее Центральный банк Нигерии продолжает развивать проект eNaira. В 2023 году была проведена модернизация инфраструктуры – введены бесконтактные платежи с кошелька eNaira и другие улучшения, чтобы упростить использование. Кроме того, цифровую найру начали интегрировать в систему международных переводов. В целом, нигерийский опыт демонстрирует, что одного факта запуска ЦВЦБ недостаточно. Для ее массового принятия нужны благоприятные экономические условия, доверие общества и сотрудничество регулятора с коммерческими участниками рынка.

Вывод по сравнительному анализу

Для систематизации сравнительного анализа и формулирования практических рекомендаций в исследовании предлагается авторская аналитическая рамка оценки успешности внедрения ЦВЦБ, где каждый фактор оценивается по шкале от 1 (низкий уровень) до 5 (высокий уровень) на основе анализа доступных данных и экспертных оценок. Интегральная оценка позволяет выявить сильные и слабые стороны каждого проекта и сформулировать рекомендации.

Таблица 1

Оценка проектов ЦВЦБ

Измерение	Китай (e-CNY)	Швеция (e-krona)	Нигерия (eNaira)
Институциональная готовность	5	4	3
Технологическая зрелость	5	4	2
Экосистемная интеграция	5	3	2
Принятие пользователей	4	-	1
Стратегическое позиционирование	5	4	3
Интегральная оценка	**24/25**	**15/20**	**11/25**

Источник: составлено автором

Китайская модель характеризуется комплексным подходом: длительная подготовка, вовлечение всех участников рынка, интеграция с существующей экосистемой, позитивные стимулы для пользователей. Результат – устойчивый рост использования при сохранении контроля государства.

Шведская модель демонстрирует осторожный, исследовательский подход, то есть приоритет отдается изучению рисков и правовой проработке, а не скорости внедрения. Результат – технологическая готовность без реального запуска, стратегия ожидания.

Нигерийская модель иллюстрирует риски форсированного внедрения: поспешный запуск, игнорирование интересов банков, попытка административного принуждения. Результат – провал массового принятия, подрыв доверия, необходимость «перезапуска» проекта.

Для России наиболее релевантен китайский опыт с учетом шведской осторожности в вопросах правового регулирования и защиты данных. Нигерийский кейс служит предостережением от административного давления и недооценки роли коммерческих банков.

Выводы и уроки для России

Сравнительный анализ опыта Китая, Швеции и Нигерии позволяет выявить ряд важных уроков, которые следует учесть при развитии российского проекта цифрового рубля:

1. Опыт Китая демонстрирует эффективность поэтапного развертывания ЦВЦБ. Россия придерживается аналогичной модели и важно продолжать действовать в русле осторожного подхода, так как постепенное расширение круга участников и сценариев использования позволяет минимизировать риски для финансовой стабильности. Негативным примером служит Нигерия, где попытка форсированного внедрения eNaira спровоцировала социальные волнения, а после отмены ограничений активность пользователей снизилась.

2. Опыт Нигерии показал, что игнорирование интересов коммерческих банков тормозит внедрение ЦВЦБ, тогда как в китайской двухуровневой модели банки стали ключевым звеном экосистемы e-CNY. Россия верно оценивает риски и использует подход, в рамках которого ЦБ отвечает за эмиссию, а банки – за обслуживание клиентов. Для успеха проекта необходимо продолжать привлекать банки к развитию сервисов на базе цифрового рубля, устранять их опасения (например, по оттоку ликвидности) и, возможно, компенсировать выпадающие доходы новыми возможностями. Урок заключается в том, что необходимо обеспечить технологическую независимость платформы цифрового рубля, задействовав отечественные решения и дав банкам время адаптировать свои системы.

3. Если граждане не видят ощутимых преимуществ новой формы денег, они остаются к ней безразличны. Для успеха цифрового рубля необходимо ценностное предложение: мгновенные бесплатные переводы, повышенная безопасность, смарт-контракты, офлайн-платежи. На начальном этапе целесообразны стимулы (кешбэк, скидки), а принуждение, как в Нигерии, подрывает доверие. Заслуживает внимания китайский опыт стимулирования через лотереи «красных конвертов», которые привлекли десятки миллионов пользователей на старте.

4. Швеция и Китай уделили особое внимание офлайн-функциональности ЦВЦБ как элементу платежной безопасности на случай сбоев инфраструктуры или киберугроз. Российская платформа цифрового рубля также должна предусматривать автономные платежи, включая возможное внедрение кошельков (смарт-карт, носимых устройств) по примеру проекта Риксбанка. Критически важна киберзащита системы, поскольку атака на нее затронет основу денежного обращения.

5. Защита персональных данных – один из наиболее важных вопросов внедрения ЦВЦБ, так как граждане ценят приватность наличных, а регулятор пытается предотвратить использование цифровой валюты в преступных целях. Китай реализовал концепцию «контролируемой анонимности» (малые платежи псевдоанонимны, крупные идентифицируются), Швеция же стремится минимизировать обработку персональных данных, избегая их «избыточности». России целесообразно внедрить многоуровневую идентификацию кошельков, сочетающую приватность мелких трат с возможностями финансового надзора. Доверие к цифровому рублю во многом будет зависеть от гарантий защиты данных не хуже, чем в привычных банковских сервисах.

6. ЦВЦБ существует не в вакууме и должна бесшовно интегрироваться в существующую платежную экосистему. Китай обеспечил совместимость e-CNY со стандартами AliPay/WeChat, Нигерия внедрила USSD для «кнопочных» телефонов, Швеция тестировала соединение e-krona с системами быстрых платежей. России целесообразно встроить цифровой рубль в существующие банковские приложения, терминалы и онлайн-платформы, чтобы переход был минимально заметным для пользователей. Унификация стандартов и сотрудничество с финтех-компаниями ускорят принятие цифрового рубля как повседневного средства платежа.

Заключение

Таким образом, проведенное исследование подтвердило, что цифровая валюта центрального банка – это комплексная институциональная инновация, успех которой зависит от баланса интересов государства, финансового сектора и общества. Российскому регулятору и законодателям следует извлечь из рассмотренных кейсов максимум уроков, чтобы проект цифрового рубля смог реализовать свой потенциал – усилить устойчивость и эффективность национальной финансовой системы, не создавая при этом новых рисков и не столкнувшись с неприятием со стороны участников экономики.

Литература

1. Афанасьева О. Н., Латышев Е. Д. Эволюция нормативно-правовой базы цифрового юаня как фактор усиления его международного влияния // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2025. № 5-2 (104). С. 335-340.
2. Данилова Е. А., Маслов А. В. Цифровые валюты в международных расчетах: проект mBridge // ЭКО. 2024. № 3 (597). С. 80-94.
3. Как Нигерия стала вторым по величине P2P-рынком биткойнов в мире // Block-Chain24. URL: https://www.block-chain24.com/news/novosti-regulirovaniya/kak-nigeriya-stala-vtorym-po-velichine-p2p-rynkom-bitkoynov-v-mire (дата обращения: 10.12.2025).
4. Кондрашов Г. А. Цифровые валюты центральных банков: международный опыт, вызовы и перспективы интеграции // Мировая экономика и мировые финансы. 2024. № 4. С. 53-62.
5. Кочергин Д. А. Мировой опыт внедрения цифровых валют центральных банков для розничных платежей в странах с формирующимся рынком и развивающихся странах // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 5. С. 130-171.
6. Кузьмина О. Ю., Коновалова М. Е. Цифровая валюта центрального банка как новая форма денег // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 4. С. 1347-1366.
7. Морев И. А. Внедрение и развитие цифровых валют в Китае // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17. № s3. С. 1-18
8. Цифровизация платежей и внедрение инноваций на платежном рынке: аналитический доклад Банка России. 2024. URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/161600/analytical_report_20240605.pdf (дата обращения: 07.12.2025).
9. Central Bank Digital Currencies and Financial Stability: Balance Sheet Analysis and Policy Choices / Romain Bouis, Gaston Gelos, Paavo Miettinen, Fumitaka Nakamura, Erlend Nier, Gabriel Soderberg. IMF Working Paper WP/24/226. 2024. URL: https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2024/english/wpiea2024226-print-pdf.pdf (дата обращения: 10.12.2025).
10. Central Bank Digital Currency Tracker // Atlantic Council. URL: https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/ (дата обращения: 07.12.2025).
11. China's digital RMB transactions top 14.2 trillion yuan // english.www.gov.cn. URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202510/29/content_WS6901a9c9c6d00ca5f9a0726a.html (дата обращения: 12.12.2025).
12. China's digital yuan CBDC processes $2 trillion. mBridge scale revealed // Ledger Insights. URL: https://www.ledgerinsights.com/chinas-digital-yuan-cbdc-processes-2-trillion-mbridge-scale-revealed/ (дата обращения: 11.12.2025).
13. China's digital yuan tops 87 billion yuan in transactions // China SCIO. URL: http://english.scio.gov.cn/m/pressroom/2022-01/19/content_77999411.htm (дата обращения: 09.12.2025).
14. Digital yuan in circulation hits 13.61 bln yuan in 2022 // english.www.gov.cn. URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202301/25/content_WS63d0ca26c6d0a757729e607d.html (дата обращения: 10.12.2025).
15. E-krona pilot phase 4 // Sveriges Riksbank. URL: https://www.riksbank.se/en-gb/payments–cash/e-krona/e-krona-reports/e-krona-pilot-phase-4/ (дата обращения: 13.12.2025).
16. E-krona pilot, phase 3. 2023. URL: https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/e-krona/2023/e-krona-pilot-phase-3.pdf (дата обращения: 13.12.2025).
17. IMF says 98.5% of eNaira wallets unused despite increased usage during cash scarcity // TechNext. URL: https://technext24.com/2023/05/22/imf-says-98-of-enaira-wallets-unused/ (дата обращения: 14.12.2025).
18. Kumar A. Domestic and Global Implications of China's Digital Currency // Intereconomics: Review of European Economic Policy. 2023. Vol. 58. No. 4. P. 185-188.
19. Li Z., Li J. Architecting Inclusion in e-CNY: Settlement-Upon-Payment, Domestic Interoperability, and User Control // Encyclopedia. 2025. Vol. 5. No. 4. P. 179.
20. Nigeria's eNaira, One Year After // IMF Working Paper No. 2023/104. 2023. URL: https://www.imf.org/en/publications/wp/issues/2023/05/16/nigerias-enaira-one-year-after-533487 (дата обращения: 11.12.2025).
21. No Data?, No Smartphone?, No Problem // eNaira. URL: https://enaira.gov.ng/ussd-997/ (дата обращения: 12.12.2025).
22. Progress of Research & Development of E-CNY in China / Working Group on E-CNY Research and Development of the People's Bank of China. 2021. URL: https://www.pbc.gov.cn/en/3688110/3688172/4157443/4293696/2021072014364791207.pdf (дата обращения: 08.12.2025).
23. The state and the payments: Summary of the report of Betalningsutredningen. Stockholm, 2023. URL: https://www.regeringen.se/contentassets/c01377cf65424cf0b12addf64c04374a/english-summary-the-state-and-the-payments.pdf
24. The Swedish payments market is almost entirely digital. URL: https://arc.net/l/quote/altulxgg (дата обращения: 12.12.2025).
25. What to watch as China prepares its digital yuan for prime time. URL: https://www.atlanticcouncil.org/blogs/econographics/what-to-watch-as-china-prepares-its-digital-yuan-for-prime-time/

Models of Central Bank Digital Currency Implementation in Foreign Practice: Implications for the Russian Financial System

Angelovsky A.S.
Postgraduate Student at the Anatoly Sobchak International Business Institute

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article presents a comparative analysis of foreign experience in the implementation of central bank digital currencies on the example of three countries: China, Sweden, and Nigeria. The author analyzes the solutions, mechanisms for stimulating demand, approaches to ensuring privacy, and integration of central bank digital currencies into the existing payment infrastructure. Special attention is paid to the achievements and challenges of implementation: the scaling of the Chinese pilot and its integration with popular payment platforms, the Swedish experience in developing offline functionality and ensuring payment sustainability, and the lessons learned from the failed implementation of eNaira in Nigeria. Based on the analysis, recommendations are formulated for the Russian financial system and the digital ruble project. The need for a phased deployment of the digital ruble, the involvement of commercial banks, the creation of a value proposition for users, and the balance between transaction privacy and transparency are substantiated.

Keywords: digital currency of the central bank, digital ruble, digital yuan, digital crown, eNaira, payment system, financial inclusion, cross-border payments.

References

1. Afanasieva O. N., Latyshev E. D. The Evolution of the Legal Framework for the Digital RMB as a Factor in Strengthening Its International Influence // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2025. № 5-2 (104). pp. 335-340.
2. Danilova E. A., Maslov A.V. Digital currencies in international settlements: the mBridge project // ECO. 2024. № 3 (597). pp. 80-94.
3. How Nigeria became the second largest P2Pthe Bitcoin market in the world // Block-Chain24. URL: https://www.block-chain24.com/news/novosti-regulirovaniya/kak-nigeriya-stala-vtorym-po-velichine-p2p-rynkom-bitkoynov-v-mire (date of request: 10.12.2025).
4. Kondrashov, G. A. Digital Currencies of Central Banks: International Experience, Challenges, and Prospects for Integration. World Economy and Global Finance. 2024. No. 4. Pp. 53-62.
5. Kochergin D. A. Global Experience in Implementing Central Bank Digital Currencies for Retail Payments in Emerging and Developing Countries // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 5. Pp. 130-171.
6. Kuzmina O. Yu., Konovalova M. E. Central Bank Digital Currency as a New Form of Money // Creative Economy. 2023. Vol. 17. No. 4. Pp. 1347-1366.
7. Morev I. A. Introduction and Development of Digital Currencies in China // Bulletin of Eurasian Science. 2025. Vol. 17. No. s3. Pp. 1-18
8. Digitalization of Payments and Introduction of Innovations in the Payment Market: Analytical Report by the Bank of Russia. 2024. URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/161600/analytical_report_20240605.pdf (accessed: 07.12.2025).
9. Central Bank Digital Currencies and Financial Stability: Balance Sheet Analysis and Policy Choices / Romain Bouis, Gaston Gelos, Paavo Miettinen, Fumitaka Nakamura, Erlend Nier, Gabriel Soderberg. IMF Working Paper WP/24/226. 2024. URL: https://www.imf.org/-/media/files/publications/wp/2024/english/wpiea2024226-print-pdf.pdf (дата обращения: 10.12.2025).
10. Central Bank Digital Currency Tracker // Atlantic Council. URL: https://www.atlanticcouncil.org/cbdctracker/ (accessed: 07.12.2025).
11. China's digital RMB transactions top 14.2 trillion yuan // english.www.gov.cn. URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202510/29/content_WS6901a9c9c6d00ca5f9a0726a.html (accessed: 12.12.2025).
12. China's digital yuan CBDC processes $2 trillion. mBridge scale revealed // Ledger Insights. URL: https://www.ledgerinsights.com/chinas-digital-yuan-cbdc-processes-2-trillion-mbridge-scale-revealed/ (дата обращения: 12/11/2025).
13. China's digital yuan tops 87 billion yuan in transactions // China SCIO. URL: http://english.scio.gov.cn/m/pressroom/2022-01/19/content_77999411.htm (accessed: 12/09/2025).
14. Digital yuan in circulation hits 13.61 bln yuan in 2022 // english.www.gov.cn . URL: https://english.www.gov.cn/archive/statistics/202301/25/content_WS63d0ca26c6d0a757729e607d.html (date of request: 10.12.2025).
15. E-krona pilot phase 4 // Sveriges Riksbank. URL: https://www.riksbank.se/en-gb/payments-cash/e-krona/e-krona-reports/e-krona-pilot-phase-4 / (accessed: 12/13/2025).
16. E-krona pilot, phase 3. 2023. URL: https://www.riksbank.se/globalassets/media/rapporter/e-krona/2023/e-krona-pilot-phase-3.pdf (accessed: 12/13/2025).
17. IMF says 98.5% of eNaira wallets unused despite increased usage during cash scarcity // TechNext. URL: https://technext24.com/2023/05/22/imf-says-98-of-enaira-wallets-unused / (date of request: 14.12.2025).
18. Kumar A. Domestic and Global Implications of China's Digital Currency // Intereconomics: Review of European Economic Policy. 2023. Vol. 58. No. 4. P. 185-188.
19. Li Z., Li J. Architecting Inclusion in e-CNY: Settlement-Upon-Payment, Domestic Interoperability, and User Control // Encyclopedia. 2025. Vol. 5. No. 4. P. 179.

Управление расходами региональных бюджетов в январе 2026 года: первые итоги и тенденции

Балынин Игорь Викторович
канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры общественных финансов, финансовый факультет, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, IVBalynin@fa.ru,

Терехова Татьяна Борисовна
старший преподаватель кафедры общественных финансов, финансовый факультет, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, tterehova@fa.ru

В статье авторами рассмотрены вопросы, связанные с управлением расходами региональных бюджетов в январе 2026 года с опорой на первые итоги. В условиях повышенной важности оперативной корректировки проводимой бюджетной политики с учётом различного спектра факторов, оказывающих на неё прямое и косвенное влияние. Полученные результаты представляется возможным использовать в деятельности финансовых органов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях при разработке и реализации бюджетной политики в области управления расходами бюджетов публично-правовых образований с учётом современных вызовов и опорой на стратегический подход. В научной статье представлены результаты количественного и качественного анализа официальных данных, позволяющие заключить об актуальных тенденциях в управлении расходами региональных бюджетов. Результаты полученного исследования будут востребованы в органах государственной власти Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, а также среди учёных, аналитиков и студентов для обоснования направлений социально-экономического развития с учётом приоритетных направлений бюджетной политики российских регионов. По итогам проведённого исследования авторы пришли к выводу о важности использования современных инструментов управления общественными финансами в целях повышения эффективности проводимых мероприятий, направленных на стимулирование социально-экономической активности в субъектах Российской Федерации.

Ключевые слова: расходы бюджета, региональный бюджет, бюджетная политика, бюджетный процесс, прозрачность, стратегия.

Управление расходами региональных бюджетов в современных социально-экономических условиях – актуальный вопрос, так как от качества организации данного процесса зависит достижение целей социально-экономического развития не только конкретного субъекта Российской Федерации, но и страны, в целом. Важно отметить и социальные, и экономические компоненты получаемых эффектов. Так, в частности, первые, во многом, сопряжены с повышением качества жизни граждан, а вторые, с одной стороны, направлены на стимулирование предпринимательской активности, а, с другой, также способствуют улучшения благосостояния россиян. В то же время и выстраивание социальной поддержки с учётом принципов адресности и нуждаемости обеспечивает не только первичный эффект, связанный с увеличением доходов населения, но и вторичный – поддержку потребительского спроса, особенно в сегменте продукции, произведённой на территории Российской Федерации, а это означает, что дополнительно также формируется положительный вклад в достижение целей импортозамещения и обеспечение финансового и технологического суверенитета Российской Федерации. Нет сомнения, что от качества выстраивания системы управления расходами региональных бюджетов зависит достижение стратегических целей развития соответствующих субъектов Российской Федерации как в экономическом ракурсе, так и в социальном. В частности, благодаря эффективному и ответственному управлению расходами региональных бюджетов представляется возможным обеспечить рост повышения качества жизни населения, что, в свою очередь, будет стимулировать платежеспособный спрос в регионе и экономическую активность населения. При этом дополнительным фактором, усиливающим позитивное влияние на экономику, будет представлять собой обеспечение эффективного использования бюджетных средств, направленных на развитие предпринимательской активности в регионе. При этом авторы убеждены, что меры поддержки субъектов предпринимательства важно предоставлять с акцентом на стимулирование эффективности их деятельности. Для этого важно оценивать вклад каждого субъекта предпринимательства в социально-экономическое развитие региона как прямое, так и косвенное. Это, в частности, представляется возможным обеспечить благодаря применению заявительного характера получения мер поддержки с представлением анкеты, содержащей все необходимые количественные и качественные показатели, характеризующие вклад в развитие конкретного региона и страны в целом. Такой подход, по мнению авторов, позволит одновременно обеспечить качественную поддержку субъектов предпринимательства, а, соответственно, будет способствовать экономическому росту, конкуренции на рынке труда, повышению его производительности.

В целях формирования методологической базы исследования считаем важным изучить научную литературу по вопросам, связанным с управлением государственными и муниципальными финансами. Проведённый обзор показал наличие достаточно активного внимания сообщества к данному спектру вопросов, в том числе с учётом актуальных вызовов и тенденций. С учётом полученных результатов считаем возможным разделить все научные публикации на несколько смысловых групп. В частности, к первой группе отнесём те, что связаны с программно-целевым управлением общественными финансами [9,12,15,17]. Следует согласиться с мнением о многогранности риск-ориентированного подхода с учётом отечественного и зарубежного опыта и важности его развития, опираясь на накопленные результаты и стратегические задачи [11,20,21]. Особое внимание авторов сосредоточено к вопросам оценки фискального пространства [3], оптимизации бюджетного процесса [8], финансовому стимулированию рационального управления природными ресурсами [7], развитию социального заказа [6], предоставления межбюджетных трансфертов бюджетам бюджетной системы Российской Федерации [4], операционной эффективности Федерального Казначейства [10] и повышения прозрачности общественных финансов [5,18]. Современные условия обусловливают необходимость поиска новых подходов к разработке и реализации ответственной бюджетной политики, учитывающей происходящие социально-экономические трансформации, затрагивающие все сферы и всех экономических субъектов [13,14]. Широта аспектов рассматриваемых научных публикаций по вопросам, связанным с управлением общественными финансами, на современном этапе развития государства, представляется оправданной по причине важности учёта большого числа факторов социально-экономического роста.

Ключевыми факторами, оказывающими влияния на особенности разработки и реализации бюджетной политики субъектов Российской Федерации, являются следующие: национальные цели развития Российской Федерации, качество государственного управления на региональном уровне, параметры налогового законодательства, особенности зачисления доходов в региональные бюджеты, инфляционные ожидания, ситуация на рынке труда, межрегиональные отношения, международная консолидация и др. Данный перечень является достаточно обширным, поэтому крайне важно субъектам Российской Федерации выстраивать свою бюджетную политику с опорой на получением максимально эффекта при наименьших затратах времени и денежных средств с ориентацией на достижение национальных целей развития Российской Федерации, определённых Президентом России на период до 2030 года. В свою очередь, рисунок 1 демонстрирует действующий подход, применяемый к отражению расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, с учётом текущих параметров их классификации. Он заключается, в частности, в использовании 14 разделов, которые, в свою очередь, детализируются на подразделы (их число варьируется в зависимости от конкретного раздела классификации расходов). Подобный подход позволяет управлять расходами по их функциональному назначению, охватывая широкий спектр направлений.

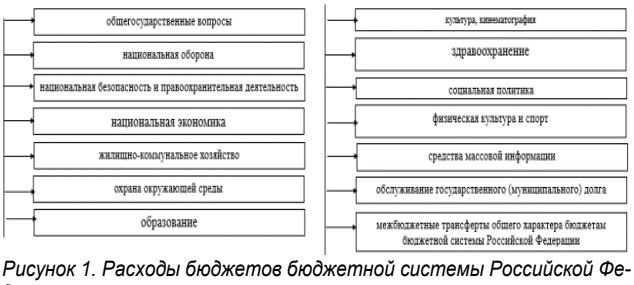


Рисунок 1. Расходы бюджетов бюджетной системы Российской Федерации
Источник: построено на основании официальных данных.

Для проведения исследования была осуществлена выборка регионов. Критерий, положенный в основу выборки, - буквы русского алфавита. В частности, авторами исследования были выбраны первые 7 субъектов Российской Федерации. Так, в таблице представлены данные о расходах выбранных региональных бюджетов. С учётом акцентов социально-экономической политики, проводимой в субъектах Российской Федерации, было принято решение выделить расходы по двум разделам классификации расходов (10 и 04). В частности, мы видим, что абсолютно во всех субъектах Российской Федерации, включённых в сделанную выборку, именно 10 раздел преобладает в сравнении с 04 разделом. При этом внимание к расходам по данным разделам также является вариативным в зависимости от субъекта Российской Федерации к субъекту Российской Федерации.

Таблица 1
Расходы региональных бюджетов в январе 2026 года

Наименование региона	Расходы регионального бюджета, январь 2026 года (01.02.2026), в млрд рублей		
	Расходы, всего	Расходы 10	Расходы 04
Алтайский край	11,04	4,27	0,69
Амурская область	6,85	2,35	0,68
Архангельская область	10,10	3,02	2,10
Астраханская область	3,01	1,71	0,17
Белгородская область	5,61	1,55	0,26
Брянская область	4,05	1,61	0,48
Владимирская область	8,30	2,32	1,99

Источник: авторские расчёты на основании официальных данных.
Примечание. Расходы 10 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 10 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Расходы 04 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 04 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Источник: единый портал бюджетной системы Российской Федерации.

Анализ данных, приведённых в таблице 1, позволяет сделать вывод о том, что среди включённых в выборку 7 регионов, наибольшая сумма расходов бюджета субъекта Российской Федерации в январе 2026 года, была осуществлена в Алтайском крае (11,04 млрд рублей) и Архангельской области (10,10 млрд рублей). В свою очередь результаты более глубокого содержательного анализа структуры расходов региональных бюджетов, включённых в выборку, позволяют заключить о том, что краевой бюджет Алтайского края был исполнен в январе 2026 года на 11,04 млрд рублей, из которых 38,68% от общей суммы расходов регионального бюджета составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. В свою очередь, областной бюджет Амурской области был исполнен на 6,85 млрд рублей в аналогичном периоде и 34,31% от общей суммы расходов регионального бюджета составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. Более того, областной бюджет Архангельской области в январе 2026 года исполнен на 10,10 млрд рублей. Анализ показал, что 29,90% от общей суммы расходов данного регионального бюджета составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. В свою очередь, достаточно высокие результаты по рассматриваемому показателю выявлены в Астраханской области. В частности, 56,81% от общей суммы расходов регионального бюджета составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. В свою очередь, в Белгородской области значение показателя вдвое меньшее. Так, 27,63% от общей суммы расходов регионального бюджета (областного бюджета Белгородской области) составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. Анализ аналогичных показателей в Брянской области позволяет заключить о том, что 39,75% от общей суммы расходов областного бюджета Брянской области составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. В свою очередь, во Владимирской области 27,95% регионального бюджета от общей суммы расходов регионального бюджета составляет финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики. Ценно, что в субъектах Российской Федерации значимое место в структуре расходов региональных бюджетов занимает финансовое обеспечение мероприятий в области социальной политики, так как это напрямую и косвенно оказывает влияние на повышение качество жизни населения соответствующего публично-правового образования, что особенно важно в контексте достижения национальных целей развития, определённых Президентом России. Значимое место в структуре расходов региональных бюджетов занимают и расходы на финансовое обеспечение национальной экономики, так как обеспечение экономического развития субъекта Российской Федерации является важнейшей задачей. Однако, по мнению авторов, с учётом вариативности целого спектра объективных и субъективных особенностей степень дифференциации доли расходов региональных бюджетов, направляемых на финансовое обеспечение расходов на национальную экономику, также является очень высокой.

В таблице 2 представлены данные о расходах региональных бюджетов в Российской Федерации, осуществлённые в январе 2025 года, то есть годом ранее (таблица была заполнена на основании оперативного исполнения бюджетов по расходам по данным единого портала бюджетной системы Российской Федерации). Мы видим, что наибольший объём расходов наблюдался в Алтайском крае (10,62 млрд рублей). При этом в Амурской и Белгородской областях он был на 4 млрд рублей меньше (6,60 млрд рублей и 6,61 млрд рублей соответственно). Следует отметить, что наименьшие значения обнаружены в Астраханской области, где расходы регионального бюджета в январе 2025 года составляли 3,90 млрд рублей, и Брянской области (где расходы регионального бюджета в январе 2025 года составляли 4,42 млрд рублей). Говоря о ситуации в Архангельской и Владимирской областях, необходимо отметить, что там объём расходов регионального бюджета составил 7,23 млрд рублей и 7,68 млрд рублей соответственно. Интересными представляются результаты анализа расходов на финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики за счёт региональных бюджетов. Так, было выявлено, что расходы на данные цели варьируются в зависимости от региона в диапазоне 1,43-3,89 млрд рублей. Подобная вилка разброса представляется объективной с учётом целого ряда факторов и особенностей разработки и реализации бюджетной политики в соответствующем субъекте Российской Федерации. В частности, было обнаружено, что регионом с наибольшим объёмом расходов на финансовое обеспечение реализации мероприятий в области социальной политики обнаружено в Алтайском крае, где на них приходится 3,89 млрд рублей (что соответствует примерно 37% общего объёма всех расходов). В свою очередь, минимальное значение обнаружено в Брянской области, где данный показатель составил 1,43 млрд рублей (что соответствует примерно 32% от общего объёма всех расходов). Отсюда мы видим, что несмотря на значимое снижение величины расходов на реализацию мероприятий в области социальной политики за счёт средств регионального бюджета в рассмотренных субъектах Российской Федерации, их доля в общем объёме расходов регионального бюджета оказалась ниже примерно на 5 п.п. Достаточно показательной является статистика расходов

на финансовое обеспечение реализации мероприятий в области национальной экономики: так вилка по данным расходам варьируется от 0,52 млрд рублей до 2,23 млрд рублей (т.е. более чем в 4 раза) при том, что вариабельность общей суммы расходов в субъектах Российской Федерации, включённых в выборку, составляет 3,9-10,62 млрд рублей (примерно в 3 раза).

Таблица 2
Расходы региональных бюджетов в январе 2025 года

Наименование региона	Расходы регионального бюджета, январь 2025 года (01.02.2025), в млрд рублей		
	Расходы, всего	Расходы по разделу 10	Расходы по разделу 04
Алтайский край	10,62	3,89	1,20
Амурская область	6,60	2,13	0,90
Архангельская область	7,23	2,60	0,52
Астраханская область	3,90	1,69	0,63
Белгородская область	6,61	3,07	1,18
Брянская область	4,42	1,43	0,55
Владимирская область	7,68	1,91	2,23

Источник: авторские расчёты на основании официальных данных. Примечание. Расходы 10 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 10 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Расходы 04 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 04 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Таблица заполнена на основании оперативного исполнения бюджетов по расходам (по официально представленным данным на едином портале бюджетной системы Российской Федерации).

Рисунок 2 демонстрирует темпы роста расходов региональных бюджетов в январе 2026 года к январю 2025 года.

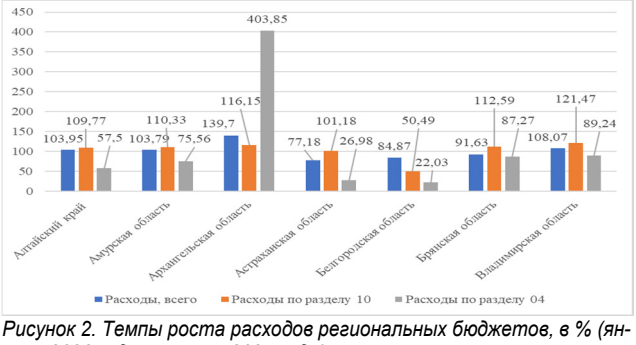


Рисунок 2. Темпы роста расходов региональных бюджетов, в % (январь 2026 года к январю 2025 года).
Источник: авторские расчёты на основании официальных данных. Примечание. Расходы 10 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 10 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Расходы 04 – расходы регионального бюджета, отражаемые по 04 разделу классификации расходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации. Таблица заполняется на основании оперативного исполнения бюджетов по расходам (по официально представленным данным на едином портале бюджетной системы Российской Федерации).

По мнению авторов, в основу совершенствования управления расходами региональных бюджетов должны быть положены принципы, отражённые в Бюджетном кодексе Российской Федерации. Это представляется возможным обеспечить за счёт формирования конкретных количественных показателей оценки соответствия используемых практик управления расходами региональных бюджетов данным принципам, причём необходимо обязательно отражать как качественную, так и количественную сторону. Это позволяет комплексно оценивать все происходящие социально-экономические процессы в контексте повышения качества разрабатываемой и реализуемой бюджетной политики в соответствующем регионе.

В рамках развития подходов к управлению расходами региональных бюджетов авторы предлагают перейти субъектам Российской Федерации к стратегическому бюджетному планированию, базирующемуся на сроках в 50-100 лет. При этом это означает постановку долгосрочных стратегических целей с формированием комплекса задач, требующих решения на более коротких временных промежутках. Например, авторы считают возможным использовать формулу 100-50-25-5-1. Это предполагает изначальное планирование на 100 лет с детализацией на два временных равных промежутка по 25 лет, а затем с детализацией на 5 «пятилеток» с чётким выделением конкретных акцентов социально-экономической динамики развития соответствующего региона. При этом в рамках каждой пятилетки определяются для каждого года конкретные тематические направления. Важно, чтобы ежегодно осуществлялись капитальные вложения, так как от этого зависит качество долгосрочных эффектов от разработки и реализации ответственной бюджетной политики и, соответственно, достижение стратегически поставленных на вековой период целей. Особенно важно в рамках следования обозначенному выше правилу обеспечивать, во-первых, соотнесение конкретных задач на более короткий период времени с задачами на длительный промежуток, а, во-вторых, координировать цели и задачи разрабатываемой и проводимой бюджетной политики в субъектах Российской Федерации с тем, что обозначено на федеральном уровне. Нет сомнения, только при максимальной координации во времени и пространстве удастся обеспечить технологический и финансовый суверенитет Российской Федерации, на который должны быть направлены усилия всех экономических субъектов.

Современная социально-экономическая ситуация требует модернизации привычных инструментов управления общественными финансами в контексте обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации. В частности, представляется целесообразным более активное использование обзора бюджетных расходов (как непосредственно к классическим расходам, так и налоговым). В рамках обзора бюджетных расходов, по мнению авторов, необходимо обязательно осуществлять выбор тематических направлений таким образом, чтобы были перекрёстные тематические пересечения с участием представителей разных главных распорядителей бюджетных средств. Это поможет глубже рассмотреть особенности управления аналогичными по своей сути статьями расходов, отнесёнными к деятельности различных органов государственной власти. Особенно ценно при проведении обзора бюджетных расходов определять не только проблемные области, но и сразу формулировать с использованием сценарного подхода пути их решения. Более того, учитывая отсутствие на данный момент в открытом доступе каких-либо материалов, показывающих сравнительные результаты проведённых в субъектах Российской Федерации обзоров бюджетных расходов, то необходимо организовать мероприятия по обеспечению устранения данного пробела. Причём, по мнению автора, данные публикации следует осуществлять на ежегодной основе, особое внимание уделяя расходам, направленным на достижение национальных целей развития, установленных Президентом России, представленных схематично на рисунке 3. Данные цели определяют стратегический вектор развития нашего государства, поэтому крайне важно обеспечивать соответствие региональной бюджетной политики долгосрочным приоритетам. Говоря о ключевой характеристике приоритетных направлений, отметим, что первым направлением является акцент на характеристиках, связанных со здоровьем и благополучием граждан, вторая связана с развитием широты и качества вариантов самореализации, поддержкой талантов, которыми богата Российская Федерация. Бесспорно, что первые две национальные цели имеют и внутренние пересечения, которые связаны с тем, что без качественного здравоохранения сложно представить наличие достаточной внутренней возможности и мотивации граждан к самореализации. Более того цифровизация социально-экономических процессов определяет важность применения современного инструментария к оценке как процесса, так и результатов деятельности. Одно из наиболее приоритетных направлений, на взгляд авторов, - этичное использование искусственного интеллекта, предполагающего обязательное указание на соответствующий факт применения, а также ориентацию именно на отечественные языки ввиду высокого уровня ненадёжности зарубежных аналогов (применением которых формирует риски информационной безопасности).

Рисунок 3. Трансформация национальных целей развития Российской Федерации в 2024 году (в сравнении с национальными целями от 21.07.2020 года).

В продолжение вопросов, связанных с достижением национальных целей развития Российской Федерации, которые определены до 2030 (2036 года) с их предыдущим вариантов, представляется важным подчеркнуть, что в центре находился и находится человек. Это подтверждается тем, что успешное достижение национальных целей развития Российской Федерации запускает маховик экономического роста и увеличение социальной активности граждан. Поэтому регионы, которые проводят активные мероприятия на активизацию их участия в бюджетном процессе, будут стремительные развиваться не только тактически, но и стратегически. Бесспорно, что для этого необходимо обеспечивать постоянную модернизацию инструментария с учётом современных вызовов, приоритетов и направлений.

Применение сценарного подхода с определением конкретных количественных и качественных значений параметров показателей позволит точнее организовать эффективное и ответственное управление общественными финансами с применением современного инструментария, позволяющего обеспечивать в сжатые сроки эффективность расходов (как классических, так и налоговых). Авторы настаивают именно на сценарном характере рассчитываемых показателей, так как от этого зависит возможность управления рисками при условии реализации каждого из них с учётом специфики социально-экономической ситуации. При этом, когда мы говорим о налоговых расходах, то нужно также понимать наличие противоречия, связанного с тем, что по принятым правилам обзор бюджетных расходов не предполагает формулирование предложений по экономии бюджетных средств. Однако по своему экономическому содержанию налоговые расходы являются выпадающими доходами, а, значит, любые предложения по их сокращению будут направлены именно на обеспечение такой экономии. Однако авторы это не считают препятствием, а особенностью использования современного инструментария к соответствующему предмету управления. Более того, важно модернизировать подходы к формированию и использованию суверенных фондов, что позволит решить и тактические, и стратегические задачи. По мнению авторов, это должно касаться не только Фонда национального благосостояния, но и Российского фонда прямых инвестиций. Особое внимание следует уделять обоснованию мероприятий по расширению источников формирования данных суверенных фондов, а также повышению эффективности реализации мероприятий за счёт соответствующих средств. Бесспорно, что для проведения такой модернизации потребуется совершенствование нормативно-правового регулирования данных вопросов. Особое внимание, по мнению авторов, следует уделять развитию участия граждан в бюджетном процессе. Данное направление представляется приоритетным для бюджетной политики всех субъектов Российской Федерации, особенно в контексте реализации одноимённого принципа бюджетной системы нашего государства. В целях обеспечения достижения наилучших результатов авторы предлагают тиражировать различные практики, существующие на территории Российской Федерации. Например, представляется целесообразным опыт рассмотреть опыт Москвы, где создан целый блок порталов, позволяющих участвовать гражданам в принятии важных решений по управлению городом. Прежде всего, сервис «Активный гражданин», построенный на игровом методе с вознаграждением в виде баллов (по сути, внутренняя игровая единица), которые в дальнейшем по желанию участников конвертируется в конкретные призы (включая билеты в театр, сувениры, полезные вещи для быта и др.). С учётом вышеизложенного заключаем о том, что вопрос, связанный с управлением расходами региональных бюджетов, является многогранным. Во-первых, результаты проведённого исследования на примере осуществлённой авторами выборки данных с единого портала бюджетной системы Российской Федерации показал, что в январе 2026 года наибольшая сумма расходов бюджета субъекта Российской Федерации в январе 2026 года была осуществлена в Алтайском крае (11,04 млрд рублей) и Архангельской области (10,10 млрд рублей). Во-вторых, наблюдаются различные ситуации с отдельными параметрами приоритетов бюджетной политики в субъектах Российской Федерации. В-третьих, значимое место в структуре расходов региональных бюджетов занимают расходы на финансовое обеспечение мероприятий в области социальной политики и национальной экономики, так как обеспечение социально-экономического развития субъекта Российской Федерации является важнейшей стратегической задачей.

Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации. – [Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс»]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/
2. Федеральный закон от 28.11.2025 № 426-ФЗ «О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов». – [Доступ из системы официального опубликования нормативных правовых актов]. – Режим доступа: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202511280088.
3. Буздалина, О. Б. Современные тенденции в оценке фискального пространства / О. Б. Буздалина // Вестник Московского университета МВД России. – 2025. – № 1. – С. 179-184.
4. Васюнина, М. Л. О целевых межбюджетных трансфертах субъектам Российской Федерации / М. Л. Васюнина // Финансы. – 2022. – № 9. – С. 23-28.
5. Долина, О.Н. Государственное регулирование открытости и прозрачности управления общественными финансами в России /О.Н. Долина // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 5. С. 186-189.
6. Лавров, А. М. Социальный заказ в Российской Федерации: новый инструмент бюджетной политики в социальной сфере / А. М. Лавров, С. П. Солянникова, А. Г. Тюриков // Финансы: теория и практика. – 2024. – Т. 28, № 6. – С. 6-16.
7. Ложечко, А. С. Государственное финансовое стимулирование рационального и эффективного недропользования в России: попутный нефтяной газ /А.С. Ложечко // Финансовая жизнь. 2018. №4 С. 53-58.
8. Намитулина, А. З. Пути оптимизации организации бюджетного процесса в Российской Федерации на современном этапе / А. З. Намитулина, Т. Б. Терехова, Л. М. Ханова // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 2(91). – С. 93-96.
9. Понкратов, В.В. Повышение качества бюджетного планирования в России /В.В. Понкратов // Финансовая жизнь. – 2017. – № 4.-С.91-94.
10. Прокофьев, С.Е. Операционная эффективность Федерального казначейства и направления ее повышения /С.Е. Прокофьев // Финансы. - 2019. - № 5. - С. 25-28.
11. Сергиенко, Н. С. Риск-ориентированный подход в государственных программах: отечественные и зарубежные практики / Н. С. Сергиенко, Д. С. Мещанинов // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. – 2026. – Т. 16, № 1. – С. 33-42.
12. Сергиенко, Н. С. Программно-целевое управление в системе публичной власти: особенности и перспективы / Н. С. Сергиенко // Управленческие науки. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 48-61.
13. Солянникова, С.П. Ответственная бюджетная политика в условиях высокого уровня неопределенности: правила разработки и критерии оценки / С.П. Солянникова // Инновационное развитие экономики. 2016. № 3-2 (33). С. 91-96.
14. Солянникова, С.П. Современные трансформации концепций и институциональных основ управления финансами государственного сектора / С.П. Солянникова // Финансы. 2022. № 9. С. 17-22
15. Ханова, Л. М. Совершенствование программно-целевого механизма в управлении расходами регионального бюджета / Л. М. Ханова, З. В. Чавкин // Российское предпринимательство. – 2018. – Т. 19, № 7.
16. Харитоненко, Л.Б. Налог на прибыль организаций как один из источников государственных доходов /Л.Б. Харитоненко // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 3 (29). С. 148-153
17. Шмиголь, Н. С. Финансовое обеспечение национальных проектов технологического лидерства в программно- проектном управлении расходами федерального бюджета // Экономика. Налоги. Право. – 2026. – Т. 19, № 1. – С. 55-68.
18. Belousov Yu.V., Timofeeva O.I. Budget Transparency Ranking of Russian Constituent Entities as a Tool to Improve Public Finance Management Effectiveness // Public Administration Issues. 2017. Issue 4. Pp. 139–157.
19. Blokhin, A. A., Demidova S.E., Melnikova T. S. The Overdue Transformation of the Budget Policy Model in the Context of Growing Economic Dynamics // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – P. 177-192
20. Bogataya I., Evstafyeva E., Lavrov D., Korsakova E., Mukhanova N., Solyannikova S. Disclosure of Information in Risk Reporting in the Context of the Sustainable Development Concept // Sustainability. 2022. Vol. 14 (4). Pp. 230 1–21.
21. International practice of tax risk management / V. Dzobelova, T. Tinikashvili, I. Yablochnikova [et al.] // Reliability: Theory & Applications. – 2024. – Vol. 19, No. S6(81). – P. 993-997.
22. The role of the human factor in the market economy / A. Berkaeva, I. Yablochnikova, G. Kutsuri [et al.] // Reliability: Theory & Applications. – 2023. – Vol. 18, No. S5(75). – P. 330-335.
23. Единый портал бюджетной системы Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. URL: https://budget.gov.ru/Главная-страница
24. Законопроект «О федеральном бюджете на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://sozd.duma.gov.ru/bill/1026181-8

25. Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2026 год и на плановый период 2027 и 2028 годов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_515953/ (дата обращения: 01.03.2026)

26. Аналитический портал Федеральной налоговой службы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://analytic.nalog.gov.ru/ (дата обращения: 22.02.2026)

27. Министерство финансов Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minfin.gov.ru/ (дата обращения: 17.02.2026)

Regional Budget Expenditure Management in January 2026: Initial Results and Trends

Balynin I.V., Terekhova T.B.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

In this article, the authors examine issues related to regional budget expenditure management in January 2026, based on initial results. This is in light of the heightened importance of promptly adjusting budget policy, taking into account a wide range of factors that directly and indirectly influence it. The results obtained can be used by financial authorities at the federal, regional, and municipal levels in developing and implementing budget policies for managing budget expenditures in public entities, taking into account modern challenges and relying on a strategic approach. This research presents the results of a quantitative and qualitative analysis of official data, allowing us to draw conclusions about current trends in regional budget expenditure management. The findings of this study will be of use to government agencies of the Russian Federation, constituent entities of the Russian Federation, as well as among scholars, analysts, and students, to substantiate socioeconomic development directions, taking into account the priority areas of budget policy in Russian regions. Based on the results of the study, the authors concluded that it is important to use modern public finance management tools to improve the effectiveness of measures aimed at stimulating socio-economic activity in the constituent entities of the Russian Federation.

Keywords: budget expenditures, regional budget, budget policy, budget process, transparency, strategy.

References

1. Budget Code of the Russian Federation. – [Accessed from the reference and legal system "Consultant Plus"]. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/
2. Federal Law of November 28, 2025 No. 426-FZ "On the Federal Budget for 2026 and for the Planning Period of 2027 and 2028". – [Accessed from the system of official publication of regulatory legal acts]. – Access mode: http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202511280088.
3. Buzdalina, O. B. Modern Trends in Assessing Fiscal Space // Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia. – 2025. – No. 1. – P. 179-184.
4. Vasunina, M. L. On targeted interbudget transfers to constituent entities of the Russian Federation / M. L. Vasunina // Finance. – 2022. – No. 9. – P. 23-28.
5. Dolina, O. N. State regulation of openness and transparency of public finance management in Russia / O. N. Dolina // Audit and financial analysis. 2015. No. 5. P. 186-189.
6. Lavrov, A. M. Social procurement in the Russian Federation: a new instrument of budget policy in the social sphere / A. M. Lavrov, S. P. Solyannikova, A. G. Tyurikov // Finance: theory and practice. 2024. Vol. 28, No. 6. P. 6-16.
7. Lozhechko, A. S. State financial incentives for rational and efficient subsoil use in Russia: associated petroleum gas /A.S. Lozhechko // Financial Life. 2018. No. 4 P. 53-58.
8. Namitulina, A. Z. Ways to optimize the organization of the budget process in the Russian Federation at the present stage / A. Z. Namitulina, T. B. Terekhova, L. M. Khanova // Economy and entrepreneurship. 2018. No. 2 (91). P. 93-96.
9. Ponkratov, V.V. Improving the quality of budget planning in Russia /V.V. Ponkratov // Financial Life. – 2017. – No. 4.-P.91-94.
10. Prokofiev, S.E. Operational efficiency of the Federal Treasury and directions for its improvement / S.E. Prokofiev // Finance. 2019. No. 5. P. 25-28.
11. Sergienko, N. S. Risk-oriented approach in government programs: domestic and foreign practices / N. S. Sergienko, D. S. Meshchaninov // Humanities. Bulletin of the Financial University. - 2026. - Vol. 16, No. 1. - P. 33-42.
12. Sergienko, N. S. Program-targeted management in the public authority system: features and prospects // Management sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 48-61.
13. Solyannikova, S.P. Responsible Budget Policy in Conditions of High Uncertainty: Development Rules and Evaluation Criteria / S.P. Solyannikova // Innovative Development of the Economy. 2016. No. 3-2 (33). Pp. 91-96.
14. Solyannikova, S.P. Modern Transformations of Concepts and Institutional Foundations of Public Sector Financial Management // Finance. 2022. No. 9. Pp. 17-22.
15. Khanova, L. M. Improving the Program-Target Mechanism in Managing Regional Budget Expenditures / L. M. Khanova, Z. V. Chavkin // Russian Entrepreneurship. – 2018. Vol. 19, No. 7.
16. Kharitonenko, L.B. Corporate Income Tax as One of the Sources of Government Revenue /L.B. Kharitonenko // Innovative Economy: Development and Improvement Prospects. 2018. No. 3 (29). Pp. 148-153
17. Shmigol, N.S. Financial Support for National Technological Leadership Projects in Program-Project Management of Federal Budget Expenditures / N.S. Shmigol // Economy. Taxes. Law. – 2026. Vol. 19, No. 1. – Pp. 55-68.
18. Belousov Yu.V., Timofeeva O.I. Budget Transparency Ranking of Russian Constituent Entities as a Tool to Improve Public Finance Management Effectiveness // Public Administration Issues. 2017. Issue 4. Pp. 139–157.
19. Blokhin, A. A., Demidova S. E., Melnikova T. S. The Overdue Transformation of the Budget Policy Model in the Context of Growing Economic Dynamics // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2024. – Vol. 17, No. 4. – P. 177-192
20. Bogataya I., Evstafyeva E., Lavrov D., Korsakova E., Mukhanova N., Solyanni-kova S. Disclosure of Information in Risk Reporting in the Context of the Sustainable Development Concept // Sustainability. 2022. Vol. 14 (4). pp. 230 1–21.
21. International practice of tax risk management / V. Dzobelova, T. Tinikashvili, I. Yablochnikova [et al.] // Reliability: Theory & Applications. – 2024. – Vol. 19, No. S6(81). – P. 993-997.
22. The role of the human factor in the market economy / A. Berkaeva, I. Yablochnikova, G. Kutsuri [et al.] // Reliability: Theory & Applications. 2023. Vol. 18, S5(75). P. 330-335.
23. Unified portal of the budget system of the Russian Federation. – [Electronic resource]. URL: https://budget.gov.ru/Главная-страция (date of access: 27.03.2026)
24. Bill "On the federal budget for 2026 and for the planning period of 2027 and 2028". - [Electronic resource]. - Access mode: https://sozd.duma.gov.ru/bill/1026181-8 (date of access: 01.01.2026).
25. Key Directions of Budget, Tax, and Customs-Tariff Policy for 2026 and for the Planning Period of 2027 and 2028. – [Electronic Resource]. – Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_515953/ (Accessed: 01.03.2026).
26. Analytical Portal of the Federal Tax Service. – [Electronic Resource]. – Available at: https://analytic.nalog.gov.ru/ (Accessed: 22.02.2026).
27. Ministry of Finance of the Russian Federation. – [Electronic Resource]. – Available at: https://minfin.gov.ru/ (Accessed: 17.02.2026).

Стресс-тестирование кредитных портфелей банковской системы РФ

Евдокимов Марк Дмитриевич
аспирант, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, noimowitch@yandex.ru

В статье исследуются особенности стресс-тестирования кредитных портфелей в банковской системе России в условиях макроэкономической нестабильности и цифровой трансформации. Выявлены ограничения действующих подходов, связанные со статичностью моделей и недостаточным учетом структурной неоднородности портфеля. Проведен сравнительный анализ российской и зарубежной практики стресс-тестирования, позволивший определить ключевые направления совершенствования методологии. Предложена авторская модель динамического стресс-тестирования, учитывающая сегментацию кредитного портфеля, вероятностный характер макроэкономических шоков, поведенческие реакции заемщиков и влияние цифровых факторов. Обоснована необходимость перехода к многофакторным сценарным моделям, обеспечивающим более точную оценку потенциальных потерь. Практическая значимость работы заключается в возможности повышения эффективности управления кредитным риском и устойчивости банковского сектора.

Ключевые слова: стресс-тестирование, кредитный портфель, банковская система, кредитный риск, макроэкономические факторы, финансовая устойчивость, цифровые риски, риск-менеджмент.

Банковская система России в последние годы существует в состоянии, которое трудно охарактеризовать как устойчивое в привычном смысле. Давление формируется сразу по нескольким направлениям: макроэкономическая нестабильность, колебания процентных ставок, санкционные ограничения, а также ускоряющиеся процессы цифровизации. В этой совокупности факторов особая нагрузка приходится на кредитный портфель — элемент, в котором сосредоточена значительная часть банковских активов и, вместе с тем, основной массив рисков. Его доля превышает половину совокупного баланса, и именно здесь потенциальные потери могут приобретать системный характер.

При внешне сохраняющейся устойчивости сектора прослеживается неоднозначная динамика: растёт доля реструктурированных и просроченных ссуд. Это не всегда проявляется как резкое ухудшение показателей, однако указывает на постепенное накопление уязвимостей, не полностью отражённых в текущей отчётности.

В подобных условиях традиционные подходы к оценке кредитного риска начинают терять точность. Модели, опирающиеся преимущественно на ретроспективные данные и фиксированные допущения, не успевают за изменением поведения заёмщиков — особенно в периоды макроэкономических шоков. В результате формируется искажённое представление о реальном уровне риска. Потребность смещается в сторону инструментов, способных не только фиксировать текущее состояние, но и воспроизводить возможную динамику его изменения. На этом фоне стресс-тестирование постепенно перестало быть вспомогательной процедурой и фактически заняло центральное место в системе риск-менеджмента, а также в практике макропруденциального регулирования.

Тем не менее, в российской практике стресс-тестирование по-прежнему во многом сохраняет укрупнённый, несколько сглаженный характер. Сценарные допущения нередко формулируются в обобщённом виде, а временной горизонт прогноза оказывается скорее сдержанным, чем развернутым. При этом сам кредитный портфель уже не выглядит столь однородным, как это предполагалось ранее: усиливается значение розничного сегмента, заметнее становится реакция на изменения процентных ставок и валютных параметров, постепенно трансформируются поведенческие модели заёмщиков. В итоге возникает несоответствие — риск в реальной среде проявляется сложнее, чем это фиксируется в используемых моделях.

Предпринятая работа исходит из попытки частично сократить обозначенный разрыв. В центре внимания — поиск такого подхода к стресс-тестированию кредитных портфелей, который позволил бы учитывать их внутреннюю неоднородность, зависимость от макроэкономической динамики, а также смещение части рисков в цифровое пространство. Формулировка задачи здесь не сводится к уточнению отдельных параметров; речь скорее идёт о пересмотре логики описания портфеля в целом.

Постепенно становится очевидным, что прежняя степень агрегированности перестаёт быть достаточной. Кредитный портфель уже не поддаётся описанию исключительно через укрупнённые показатели качества или доходности — они сохраняют значение, но утрачивают объяснительную полноту. На передний план выходит дифференциация: различия между корпоративным и розничным сегментами, концентрация рисков в отдельных группах заёмщиков, рост доли инструментов с плавающей процентной ставкой. В таких условиях риск перестаёт быть линейной функцией уровня просроченной задолженности; он формируется через более сложные, местами неочевидные взаимосвязи, которые требуют иного способа учёта.

Само понятие кредитного портфеля при этом не меняется радикально и по-прежнему трактуется как совокупность ссудных активов. Однако его аналитическое содержание расширяется: в него включаются показатели вероятности дефолта, уровня потерь при дефолте, а также чувствительность к макроэкономическим изменениям [2; 8].

Одновременно усиливается влияние внешней среды. Изменения ключевой ставки, колебания валютного курса, динамика доходов заёмщиков — всё это способно достаточно быстро изменить параметры устойчивости даже качественно сформированного портфеля. Возникает ситуация, при которой рост кредитования сопровождается накоплением скрытых рисков, не проявляющихся напрямую в текущих показателях. Так, увеличение объёма кредитного портфеля банковского сектора сочетается с ростом доли реструктурированных обязательств, что косвенно указывает на возможное ухудшение его качества в будущем [6].

Если обратиться к представленным данным (рисунок 1), можно заметить, что расширение кредитного портфеля носит устойчивый характер, однако его рост не сопровождается сопоставимым улучшением качества активов. Возникающая асимметрия усиливает значение инструментов прогнозного анализа. Среди них стресс-тестирование занимает особое положение, поскольку позволяет выйти за пределы фиксации текущего состояния и рассматривать возможные траектории изменения портфеля при неблагоприятных сценариях.

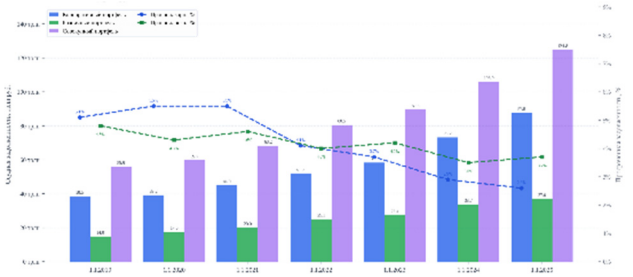


Рис. 1. Динамика кредитного портфеля банковского сектора РФ за 2020–2025 гг.

Методологическое становление стресс-тестирования в определённой мере связано с постепенным усложнением представлений о риске. Если на ранних этапах внимание сосредотачивалось преимущественно на чувствительности к отдельным параметрам, то позднее акцент сместился в сторону сценарного анализа. В таких сценариях изменения затрагивают сразу несколько переменных — процентные ставки, уровень безработицы, валютный курс — и рассматриваются не изолированно, а во взаимосвязи. За счёт этого моделирование приобретает большую приближенность к реальным условиям, особенно в периоды кризисных колебаний [7].

При этом не всегда удаётся обеспечить согласованность между макроэкономическими предпосылками и внутренними характеристиками кредитного портфеля. В тех случаях, когда сценарные параметры оказываются слабо увязаны со структурой активов, результаты начинают отклоняться от ожидаемой динамики, что снижает их аналитическую ценность.

Параллельно меняется сама организация управления рисками. В российской банковской практике всё отчётливее прослеживается разграничение функций — анализ и контроль перестают совпадать в рамках одного контура. Это, по-видимому, позволяет точнее очерчивать допустимые уровни риска и выстраивать более гибкие управленческие решения [4]. В этой конфигурации стресс-тестирование уже не ограничивается оценкой текущего состояния: оно начинает использоваться при формировании стратегических ориентиров, в том числе при корректировке структуры кредитного портфеля с учётом ожидаемых изменений внешней среды.

Тем не менее, ряд допущений остаётся практически неизменным. Наиболее уязвимым выглядит предположение о стабильности поведения заёмщиков в стрессовых условиях. Эмпирические наблюдения скорее указывают на обратное: в периоды нестабильности меняется не только платёжеспособность, но и сама логика принятия решений со стороны клиентов. Увеличивается частота реструктуризаций, возможны досрочные погашения или, напротив, стремление к пролонгации обязательств. Эти сдвиги редко учитываются в моделях в явном виде, что влечёт за собой потерю точности при оценке риска.

К обозначенным изменениям постепенно добавляется ещё один — технологический — слой, который трудно игнорировать без потери точности анализа. Расширение финтех-практик, активизация онлайн-кредитования, внедрение автоматизированных процедур рассмотрения заявок меняют не столько отдельные параметры, сколько саму конфигурацию рисков. Они становятся более зависимыми от устойчивости инфраструктуры, а также от асимметрии информации, которая в цифровой среде проявляется иначе и зачастую острее. Параллельно сокращается временной интервал между возникновением шока и его отражением в показателях: реакция системы ускоряется, иногда — почти мгновенно [12]. В таких условиях прежние методологические рамки начинают выглядеть ограниченными, и их пересмотр оказывается не столько желательным, сколько неизбежным.

На этом фоне более заметным становится и внутреннее напряжение между доходностью и принимаемым уровнем риска. Рост процентных доходов банков не происходит изолированно — он сопровождается увеличением стоимости кредитного риска, причём в розничном сегменте эта зависимость проявляется быстрее и резче, чем в корпоративном [3]. В какой-то момент возникает вопрос о границах: где именно расширение кредитования перестаёт быть экономически оправданным. Однозначного ответа здесь нет, но становится ясно, что без более точных инструментов оценки такие пределы остаются размытыми. В этом смысле стресс-тестирование начинает восприниматься не просто как формальная процедура, а как способ приблизиться к выявлению подобных порогов — пусть с определённой долей неопределённости, но всё же с опорой на расчёт.

Если рассматривать совокупность этих наблюдений, постепенно вырисовывается более сложная картина. Теоретико-методологическая база стресс-тестирования уже не ограничивается расширением набора инструментов; меняется сама логика моделирования. Упрощённые схемы уступают место многофакторным конструкциям, где переплетаются макроэкономическая динамика, поведенческие реакции заёмщиков и технологические сдвиги. Этот переход нельзя назвать завершённым — скорее, он находится в стадии формирования, — однако направление изменений прослеживается достаточно отчётливо.

Обращение к эволюции самой практики показывает, что её развитие происходило неравномерно. Во многом импульсом служили кризисные эпизоды, которые выявляли уязвимости существующих подходов к оценке устойчивости банков. В российской ситуации становление инструмента шло с оглядкой на международные ориентиры, прежде всего на рекомендации Базельского комитета. Это позволило сформировать базовую рамку, ориентированную на выявление системных рисков и оценку достаточности капитала, хотя степень адаптации этих принципов остаётся неоднородной.

При этом сохраняется заметная склонность к агрегированному представлению портфеля: он нередко рассматривается как единый массив без детальной внутренней дифференциации. Такой подход упрощает расчёты и делает их более управляемыми, однако одновременно сглаживает различия между сегментами и источниками риска, что неизбежно влияет на точность выводов [9].

Если сопоставить это с зарубежной практикой, различия становятся более ощутимыми, хотя и не всегда однозначными. Там стресс-тестирование выстраивается как многоуровневая система, в которой сочетаются микро- и макропруденциальные элементы. Банки проводят собственные расчёты, после чего регулятор подключается к процессу — проверяет результаты, уточняет параметры сценариев, а при необходимости и корректирует их. Особое внимание уделяется содержанию сценариев: они должны оставаться достаточно жёсткими, чтобы выявлять уязвимости, но при этом не выходить за пределы правдоподобия — например, глубокая рецессия, рост безработицы, ужесточение финансовых условий.

Такая конфигурация позволяет рассматривать не только устойчивость отдельных банков, но и механизмы распространения рисков внутри всей системы, включая их взаимное усиление [10].

Отдельного внимания требует вопрос временного горизонта. В российской практике он чаще ограничен сравнительно короткими интервалами, что снижает чувствительность моделей к эффектам накопительного характера. Между тем часть рисков проявляется с задержкой, и их игнорирование искажает общую картину. В зарубежных подходах обычно используется более протяжённый горизонт, что даёт возможность учитывать цикличность финансовых процессов и фиксировать отложенные последствия. При этом применяется динамическое представление баланса: структура активов и обязательств не фиксируется раз и навсегда, а изменяется под воздействием внешних шоков и внутренних решений [9].

Не менее заметны различия в детализации сценариев. В отечественной практике доминируют укрупнённые макроэкономические параметры. В зарубежных моделях перечень переменных шире: учитываются отраслевые особенности, поведенческие характеристики заёмщиков, иногда — специфические сегментные риски. За счёт этого становится возможным более точечное выявление зон уязвимости внутри кредитного портфеля.

При этом российский банковский сектор в целом демонстрирует способность адаптироваться к неблагоприятным условиям. Это проявляется, в частности, в сохранении приемлемых уровней капитала и ликвидности даже на фоне роста стоимости кредитного риска. Однако такая устойчивость во многом обеспечивается внешними мерами — регуляторными решениями, изменением структуры кредитования. Глубокая переработка методологии риск-анализа происходит медленнее [3]. В результате возникает ситуация, при которой стабильность выглядит более устойчивой, чем она может оказаться при изменении условий.

В последние годы к этому добавляется фактор цифровизации. Методы анализа больших данных, элементы искусственного интеллекта начинают использоваться и в стресс-тестировании, расширяя спектр учитываемых переменных и повышая точность прогнозных оценок. Но

сама по себе автоматизация не снимает базовых ограничений: многое по-прежнему зависит от качества исходных данных и корректности сценарных допущений. Более того, цифровая среда формирует новые риски — киберугрозы, технологические сбои, — которые пока лишь частично интегрированы в существующие модели [5; 12].

Сопоставление российской и зарубежной практики постепенно выводит на противоречие, которое не всегда очевидно при формальном анализе. С одной стороны, наблюдается соответствие международным стандартам. С другой — чувствительность системы к структурным изменениям кредитного портфеля остаётся ограниченной. Это проявляется в глубине сценариев, в использовании динамических моделей, в степени учёта поведенческих факторов.

В итоге стресс-тестирование чаще выполняет контрольную функцию. Его возможности как инструмента прогнозирования и тем более стратегического управления задействованы лишь частично — и это, по-видимому, остаётся одним из ключевых ограничений текущего этапа развития.

С учетом выявленных особенностей становится очевидным, что дальнейшее развитие стресс-тестирования в России требует смещения акцента от нормативного соответствия к содержательной адаптации моделей. Речь идет о необходимости интеграции макроэкономических, поведенческих и технологических факторов в единую аналитическую систему, способную отражать реальную динамику рисков. Без этого перехода стресс-тестирование будет сохранять ограниченную прогностическую ценность, особенно в условиях ускоряющихся изменений финансовой среды.

Сложившаяся практика стресс-тестирования кредитных портфелей демонстрирует ограниченность при попытке учесть одновременно структурные изменения банковского сектора и динамику внешней среды. Это приводит к необходимости разработки более гибкого подхода, в котором кредитный портфель рассматривается не как фиксированная совокупность активов, а как изменяющаяся система, реагирующая на макроэкономические и поведенческие импульсы. В рамках такого подхода ключевым становится переход к динамическому стресс-тестированию, предполагающему учет эндогенных изменений параметров риска в процессе моделирования.

Предлагаемая модель опирается на представление о кредитном портфеле как о внутренне неоднородной системе, где различия между элементами нельзя игнорировать уже на начальной стадии анализа. Сегментация — по типу заёмщиков, валюте, уровню процентной нагрузки, особенностям обслуживания долга — позволяет выделить группы активов, по-разному реагирующие на стрессовые воздействия.

Такое разбиение приобретает особую значимость в ситуации, когда динамика внутри портфеля не совпадает по направлениям. В частности, снижение риска в корпоративном кредитовании может сопровождаться его ростом в розничном сегменте, из-за чего агрегированные показатели создают несколько сглаженное, а иногда и искажённое представление об устойчивости [3].

Дальнейший шаг связан с формированием системы макроэкономических триггеров, способных запускать изменение параметров кредитного риска. В отличие от более жёстких сценарных конструкций, где переменные фиксируются в заранее заданных значениях, здесь используется иной подход: задаются диапазоны, внутри которых значения распределяются с определённой вероятностью.

Это смещает акцент с единственного сценария на множество возможных траекторий. Неопределённость при этом не устраняется, но становится частью модели. Наиболее чувствительными оказываются процентные и валютные параметры — их колебания непосредственно отражаются на платёжеспособности заёмщиков и конфигурации их обязательств [1].

Связи между указанными факторами и сегментами кредитного портфеля сведены в таблицу 1. В таком виде становится проще увидеть различия в чувствительности активов к стрессовым воздействиям и использовать эти различия при построении сценариев моделирования — не как второстепенное уточнение, а как один из опорных элементов всей конструкции.

Таблица 1

Матрица чувствительности сегментов кредитного портфеля к стрессовым факторам

Сегмент портфеля	Рост ставки	Девальвация	Снижение доходов	Рост безработицы
Корпоративные кредиты	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая
Розничные кредиты	Высокая	Низкая	Высокая	Высокая
Ипотечные кредиты	Средняя	Низкая	Средняя	Средняя
МСП	Высокая	Средняя	Высокая	Средняя

Матрица, представленная в таблице 1, задаёт более детализированную оптику анализа: через неё отдельные сегменты кредитного портфеля соотносятся с ключевыми стресс-факторами, что позволяет точнее подойти к оценке возможных потерь. Здесь уже не предполагается равномерная реакция портфеля на внешние воздействия — напротив, фиксируется различие в чувствительности его составляющих.

Такой сдвиг, на первый взгляд, касается лишь техники расчётов, однако затрагивает и саму логику интерпретации результатов. Усреднённые показатели отходят на второй план, уступая месту более дробному, местами неоднородному представлению риска. Вследствие этого модель утрачивает часть условности: она в большей степени отражает структуру портфеля, пусть и не полностью, но заметно точнее, чем при агрегированном подходе.

Отдельного внимания требует поведенческий компонент. В стрессовых условиях трансформируется не только уровень доходов заёмщиков — меняется сама логика обращения с обязательствами. Увеличивается доля реструктурированных кредитов, чаще фиксируются просрочки, в ряде случаев наблюдается отказ от обслуживания долга. Эти изменения развиваются неравномерно, с нарастающим эффектом по мере углубления кризисных процессов.

По этой причине в модель вводятся параметры, отражающие вероятность сдвигов в поведении клиентов. Без такого учёта оценка риска оказывается смещённой: потенциальные потери занижаются, а устойчивость кредитного портфеля выглядит более высокой, чем это может проявиться в реальной динамике.

Дополнительное усложнение модели связано с необходимостью учета цифровых факторов. Расширение онлайн-кредитования и автоматизация принятия решений приводят к ускорению накопления рисков и сокращению времени их проявления. В таких условиях стресс-тестирование должно учитывать не только традиционные макроэкономические переменные, но и параметры, характеризующие устойчивость цифровой инфраструктуры и уровень киберугроз. Рост цифровых рисков способен усиливать финансовые потери, особенно в сегменте розничного кредитования, где доля автоматизированных решений наиболее высока [12].

С практической точки зрения предложенный подход позволяет перейти от оценки статического уровня риска к анализу его динамики. Это создает возможность не только прогнозировать потенциальные потери, но и выявлять критические точки, при достижении которых структура кредитного портфеля становится неустойчивой. В результате стресс-тестирование трансформируется в инструмент раннего предупреждения, способный сигнализировать о необходимости корректировки кредитной политики.

Встраивание разработанной модели в существующую систему риск-менеджмента требует адаптации организационных процессов. Необходима интеграция функций анализа данных, моделирования и стратегического планирования, что предполагает использование современных технологий обработки информации. Применение методов искусственного интеллекта позволяет автоматизировать часть расчетов и повысить точность прогнозов, однако ключевая роль по-прежнему принадлежит корректной постановке сценариев и интерпретации результатов [5].

В результате формируется более гибкая архитектура стресс-тестирования, ориентированная на учет многослойной природы кредитного риска. Она позволяет преодолеть ограниченность традиционных моделей и приблизить аналитические инструменты к реальной динамике банковского сектора.

Проведённый анализ показал, что устойчивость банковской системы России в значительной степени определяется качеством и структурой кредитных портфелей, при этом накопление рисков носит скрытый характер и не всегда отражается в текущих показателях. Установлено, что действующие модели стресс-тестирования ограничены статичностью и недостаточной детализацией, что снижает их способность выявлять системные уязвимости в условиях макроэкономической нестабильности.

Проведённый анализ позволяет зафиксировать ряд ограничений, характерных для отечественной практики. В первую очередь обращает на себя внимание недостаточная проработанность внутренней структуры кредитного портфеля: его неоднородность учитывается фрагментарно. К этому добавляется слабая интеграция поведенческих и цифровых факторов, которые всё заметнее влияют на динамику риска.

Сопоставление с зарубежными подходами показывает иную конфигурацию: большая глубина достигается за счёт более длительных горизонтов моделирования и использования динамических сценариев. Вместе с тем прямое заимствование этих практик без адаптации к специфике российской банковской системы не даёт ожидаемого эффекта — точность оценок при этом не повышается в достаточной степени.

Разработанная модель динамического стресс-тестирования строится с учётом сегментной структуры кредитного портфеля, вероятностной

природы макроэкономических шоков и возможных изменений в поведении заёмщиков. Введение матричного подхода к оценке чувствительности отдельных сегментов позволяет точнее фиксировать различия в реакции на стрессовые воздействия и, как следствие, более обоснованно прогнозировать потери.

В таком виде становится заметнее и распределение риска внутри портфеля — вплоть до выявления зон его концентрации, которые при агрегированном анализе остаются менее очевидными.

Практическое значение полученных результатов связано не столько с уточнением расчётных процедур, сколько с изменением самой роли стресс-тестирования. Оно начинает рассматриваться не как формальная проверка устойчивости, а как инструмент, способный работать на опережение: выявлять моменты, в которых устойчивость начинает снижаться, и тем самым поддерживать баланс между доходностью и уровнем принимаемого риска в условиях изменяющейся финансовой среды.

Литература

1. Квициния А. В. Анализ и оценка основных рисков банковской системы России и их влияние на российский банковский сектор в условиях макроэкономической нестабильности // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2025. Т. 22, № 2. С. 160–170. DOI: 10.21686/2413-2829-2025-2-160-170.
2. Ковусова Л., Ходжамырадова М. Оценка кредитного портфеля // Символ науки. 2025. № 4-1-2. С. 41–42.
3. Кожанчикова Н. Ю. Анализ доходности и рискованности кредитных операций коммерческих банков // Вестник аграрной науки. 2026. № 1 (118). С. 119–126. DOI: 10.24412/2587-666X-2026-1-119-126.
4. Колисниченко Д. В. Стратегии управления финансовыми рисками в российских банках // Вестник науки. 2026. № 4 (97). С. 26–32.
5. Михайлов Д. И. Применение методов искусственного интеллекта в системе риск-менеджмента банка // Научные записки молодых исследователей. 2025. Т. 13, № 3. С. 55–61.
6. Рабаданова Д. А. Анализ кредитного портфеля банковского сектора России // Индустриальная экономика. 2025. № S1. С. 62–69. DOI: 10.47576/2949-1886.2025.8.8.009.
7. Разыграев А. А. Стресс-тестирование банковской системы как инструмент оценки финансовой стабильности // Вестник евразийской науки. 2025. Т. 17, № 3S. С. 41.
8. Сударикова И. А. Кредитный портфель российских банков и резервы повышения его качества // Journal of Monetary Economics and Management. 2024. № 1. С. 174–180. DOI: 10.26118/2782-4586.2024.11.53.024.
9. Хуторова Н. А., Мирошникова В. В. Зарубежный опыт проведения стресс-тестов банковского сектора и возможность его адаптации к российской практике // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2020. Т. 13, № 3 (353). С. 343–358. DOI: 10.24891/fa.13.3.343.
10. Чичиренкова В. А. Зарубежный опыт стресс-тестирования финансовой устойчивости кредитных организаций // Финансовые рынки и банки. 2022. № 12. С. 83–88.
11. Шекшуева С. В. Стресс-тестирование современных коммерческих банков России // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2022. № 4 (72). С. 27–32.
12. Denisov L. D., Potapova L. N. Assessing the impact of fintech on personal finance in a digital risk environment // Фундаментальные исследования (Fundamental research). 2025. С. 11–22. DOI: 10.17513/fr.43886.

Stress testing of credit portfolios in the banking system of the Russian Federation

Evdokimov M.D.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article examines the features of stress testing of credit portfolios in the Russian banking system under conditions of macroeconomic instability and digital transformation. The limitations of existing approaches are identified, primarily related to the static nature of models and insufficient consideration of portfolio heterogeneity. A comparative analysis of Russian and international stress testing practices is conducted, highlighting key directions for methodological improvement. The paper proposes an original dynamic stress testing model that incorporates portfolio segmentation, probabilistic macroeconomic shocks, borrower behavioral responses, and digital risk factors. The need to transition to multifactor scenario-based models is substantiated in order to improve the accuracy of loss estimation. The practical relevance of the study lies in enhancing credit risk management and strengthening the stability of the banking sector.

Keywords: stress testing, credit portfolio, banking system, credit risk, macroeconomic factors, financial stability, digital risks, risk management.

References

1. Kvitsinia A. V. Analysis and assessment of the main risks of the Russian banking system and their impact on the Russian banking sector in the context of macroeconomic instability // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. 2025. Vol. 22, No. 2, pp. 160–170. DOI: 10.21686/2413-2829-2025-2-160-170.
2. Kovusova L., Khodjamyradova M. Credit portfolio assessment // Symbol of Science. 2025. No. 4-1-2, pp. 41–42.
3. Kozhanchikova N. Yu. Analysis of profitability and riskiness of credit operations of commercial banks // Bulletin of Agrarian Science. 2026. No. 1 (118). P. 119–126. DOI: 10.24412/2587-666X-2026-1-119-126.
4. Kolisnichenko D. V. Financial Risk Management Strategies in Russian Banks // Science Bulletin. 2026. No. 4 (97). P. 26–32.
5. Mikhailov D. I. Application of Artificial Intelligence Methods in a Bank's Risk Management System // Scientific Notes of Young Researchers. 2025. Vol. 13, No. 3. P. 55–61.
6. Rabadanova D. A. Analysis of the Loan Portfolio of the Russian Banking Sector // Industrial Economy. 2025. No. S1. P. 62–69. DOI: 10.47576/2949-1886.2025.8.8.009.
7. Razygraev A. A. Stress Testing of the Banking System as a Tool for Assessing Financial Stability // Bulletin of Eurasian Science. 2025. Vol. 17, No. 3S. P. 41.
8. Sudarikova I. A. Loan Portfolio of Russian Banks and Reserves for Improving Its Quality // Journal of Monetary Economics and Management. 2024. No. 1. P. 174–180. DOI: 10.26118/2782-4586.2024.11.53.024.
9. Khutorova N. A., Miroshnikova V. V. Foreign experience in conducting stress tests of the banking sector and the possibility of its adaptation to Russian practice // Financial Analytics: Problems and Solutions. 2020. Vol. 13, No. 3 (353). Pp. 343–358. DOI: 10.24891/fa.13.3.343.
10. Chichirenkova V. A. Foreign experience in stress testing the financial stability of credit institutions // Financial Markets and Banks. 2022. No. 12. Pp. 83–88.
11. Shekshueva S. V. Stress Testing of Modern Commercial Banks in Russia // Modern Science-Intensive Technologies. Regional Appendix. 2022. No. 4 (72). Pp. 27–32.
12. Denisov L. D., Potapova L. N. Assessing the impact of fintech on personal finance in a digital risk environment // Fundamental research. 2025. Pp. 11–22. DOI: 10.17513/fr.43886.

Международная классификация цифровых активов: сравнительный анализ регуляторных подходов

Журавлев Артур Алексеевич
аспирант кафедры финансовых рынков и финансового инжиниринга, Финансовый университет при правительстве Российской Федерации, artur.zhuravlev20@yandex.ru

Отсутствие единой международной классификации цифровых активов создаёт барьеры для трансграничного регулирования, препятствует формированию правовой определённости для участников рынка и существенно ограничивает возможности интеграции национальных правовых систем в глобальные рынки. Целью исследования является систематизация существующих классификационных подходов к цифровым активам в юрисдикциях с финализированным регулированием, а также интеграция российской терминологии в международный правовой контур. Исследование основано на сравнительном анализе законодательств одиннадцати юрисдикций с финализированным регулированием по типологии Совета по финансовой стабильности (FSB) и Международной организации комиссий по ценным бумагам (IOSCO), а также позиций FATF, Базельского комитета и Банка международных расчётов. Применены методы систематизации и классификации. Установлены три устойчивые закономерности: деление на нативные и токенизированные активы является единственной универсальной международной классификацией, функциональная таксономия воспроизводится в большинстве юрисдикций, но критерии разграничения существенно различаются в анализируемых странах, а такое значимое явление как стейблкоин зачастую не выделяется в рамках законодательств. Россия занимает особое положение, формируя гибридную регуляторную архитектуру без аналогов в типологии FSB и IOSCO и реализует уникальные категории активов на отечественном рынке. Результаты могут быть использованы при разработке рекомендаций в части совершенствования терминологического поля и российского законодательства о цифровых активах.

Ключевые слова: цифровые активы, криптоактивы, цифровые финансовые активы, цифровые валюты, стейблкоины, утилитарные цифровые права, функциональная классификация, онтологическая классификация.

Введение

Глобальный рынок цифровых активов демонстрирует устойчивый рост как по капитализации, так и по числу участников, а количество юрисдикций с оформленной законодательной базой увеличивается на ежегодной основе. Вместе с тем законодательное оформление данного класса активов существенно различается между юрисдикциями. Ключевой проблемой, затрудняющей формирование единообразного регуляторного пространства, является отсутствие согласованной международной классификации цифровых активов. Текущая терминологическая фрагментация предполагает использование несовместимых определений и категоризаций в различных правовых системах и ведёт к правовой неопределённости, затрудняет трансграничные операции и создаёт условия для регуляторного арбитража.

Международные организации, такие как Совет по финансовой стабильности (FSB), Международная организация комиссий по ценным бумагам (IOSCO), Группа разработки финансовых мер борьбы с отмыванием денег (FATF), Банк международных расчётов (BIS) и Международный валютный фонд (IMF) предпринимают систематические попытки гармонизации понятийного аппарата, в том числе по запросу стран-участниц G20. Однако, как показывает практика, наднациональные определения носят ограниченный характер и не устраняют содержательных расхождений на уровне национальных законодательств. В частности, участники мирового рынка, например консультационный комитет при Комиссии по торговле товарными фьючерсами США и глобальная ассоциация финансовых рынков констатировали, что отсутствие консенсуса в определениях и классификациях цифровых активов порождает избыточную правовую неопределённость и призывают к срочной разработке глобально применимой таксономии.

Таким образом, целью статьи является систематизация существующих классификационные подходов к цифровым активам в юрисдикциях с финализированным регулированием по типологии Совета по Финансовой Стабильности (FSB), а также интеграция российской терминологии в международный правовой контур.

Литературный обзор

Классификацию цифровых активов, анализ и сопоставление законодательств проводили как зарубежные, так и российские учёные, опираясь на технологический, функциональный и правовой подходы.

Одну из первых систематизированных таксономий цифровых активов предложил швейцарский регулятор FINMA в руководстве по ICO в 2018 году, разграничив платёжные, утилитарные и инвестиционные токены на основании экономической функции и критерия возможности обращения и передачи. Данная трёхчастная модель стала отправной точкой для последующих регуляторных рамок, адаптированных под локальные рынки.

Zetzsche D.A., Annunziata F., Arner D. и Buckley R. P. проанализировали регулирование MiCA и Стратегию цифровых финансов ЕС, показав, что европейский законодатель выстраивает специальное регулирование для утилитарных токенов и стейблкоинов, выводя инвестиционные токены за периметр MiCA в пользу MiFID II. Продолжая эту линию исследований, те же ученые в докладе для Комитета Европейского парламента по экономическим и монетарным вопросам зафиксировали сохраняющиеся регуляторные пробелы, связанные с DeFi, кастодиальным хранением и NFT, которые не охватывались европейским законодательством в полной мере.

Опираясь на смежный подход, Lavayssiere X. систематизировал правовые структуры токенизированных активов в европейском праве и зафиксировал фундаментальное напряжение между технологической природой объекта и нормой права.

Значительный вклад в развитие сравнительно-правового подхода внесли также Allen H.J. и соавторы в рамках исследования Cambridge CCAF, показав, что регуляторные классификации цифровых активов в различных юрисдикциях, как правило, строятся вокруг токен-ориентированных моделей и во многом восходят к ранним функциональным таксономиям.

Д.э.н. Кочергин Д.А. и Андрюшин С.А. разработали авторскую многокритериальную классификацию цифровых активов, подразделив их на виртуальные валюты и цифровые токены, и предложили дерево принятия решений для отнесения цифрового актива к тому или иному виду.

Горбачева Т.А., анализируя мировой опыт регулирования цифровых активов и их классификации, зафиксировала, что скорость принятия мер, подходы, охватываемые услуги и продукты, и даже используемые определения и терминология остаются сильно разрозненными.

Смирнов Д.А. и Первышов Е.А. рассматривают ЦФА через финансово-правовую призму, выявляя противоречия действующего регулирования и пробелы 259-ФЗ. Грошев С.А. анализирует правовую квалификацию обеспеченных рублёвых стейблкоинов в системе цифровых прав РФ, тем самым дополняя общий анализ ЦФА значимым кейсом для функциональной классификации цифровых активов.

Указанная научная и регуляторная литература, как правило, либо ограничивается отдельными юрисдикциями, либо рассматривает международный контур без привязки к российским правовым категориям, тогда как актуальные рекомендации наднациональных институтов в совокупности с российским законодательством в качестве единого объекта сравнения остаются недостаточно исследованными.

Материалы и методы

Методологическую основу исследования составляют общенаучные методы познания: анализ, синтез, сравнение, абстрагирование и обобщение, а также специальные методы, обусловленные предметной областью.

Базовым методом выступает сравнительный анализ, обеспечивающий сопоставление законодательных определений, квалификационных критериев и классификационных моделей по юрисдикциям с финализированным регулированием.

Метод систематизации применён для группирования определений по двум квалификационным осям: технологической (привязка к DLT или электронной форме) и функциональной (платёжное, инвестиционное или утилитарное назначение).

Сравнительный анализ проводился на основе совместной типологии FSB и IOSCO, разработанной в ходе тематических обзоров по запросу G20 и разграничивающей два подхода к правовому оформлению цифровых активов. Extension Approach предполагает квалификацию цифровых активов в рамках действующих правовых категорий посредством поправок или официальных интерпретаций. Bespoke Approach предусматривает принятие самостоятельного нормативного акта с введением новых категорий, лицензий и субъектов. В таблице 1 приведена классификация регуляторных подходов.

Таблица 1
Классификация регуляторных подходов к цифровым активам по типологии FSB

Подход	Критерий	Юрисдикции
Extension Approach (Расширение действующего права)	Цифровые активы квалифицируются в рамках существующих правовых категорий. Регулирование осуществляется посредством поправок или официальных интерпретаций без принятия самостоятельного закона	Япония (PSA; FIEA); Гонконг (SFO; PSO); Турция (Закон №7518); Сингапур (PSA) и др.
Bespoke Approach (Специальное законодательство)	Для цифровых активов принимается самостоятельный нормативный акт, вводящий новые правовые категории, виды лицензий и типы участников, отсутствующие в действующем законодательстве.	ЕС (MICA); Бермуды (DABA); Багамы (DARE); Чили (Ley 21521); Таиланд (Digital Asset Business Decree) и др.

Российский рынок не входит в типологию FSB с 2023 года и формирует гибридную архитектуру, аналогов которой в наднациональной типологии не представлено.

Федеральный закон № 259-ФЗ вводит самостоятельные правовые категории и специализированных субъектов (операторов информационных систем и операторов обмена), что соответствует Bespoke Approach. Одновременно находящийся на рассмотрении Государственной Думы законопроект “О цифровой валюте и цифровых правах” строится на адаптации действующей инфраструктуры рынка ценных бумаг - допуск к торгам через лицензию организатора торговли, исполнение поручений через лицензированного брокера, что может соответствовать и подходу расширения существующей инфраструктуры рынка на новую категорию активов.

Термины “цифровой актив” и “криптоактив” используются как тождественные и взаимозаменяемые в соответствии с позицией ведущих международных регуляторов: Совет по финансовой стабильности в глоссарии доклада МВФ-СФС определяет криптоактив непосредственно через понятие цифрового актива, Базельский комитет по банковскому надзору в пруденциальном стандарте использует формулировку “cryptoassets are a type of private sector digital asset”, ФАТФ оперирует термином “virtual asset”. Таким образом, различие в наименованиях отражает регуляторный контекст конкретной организации, а не содержательное разграничение объектов.

Исходя из этого, дальнейшая классификация цифровых активов требует опоры на содержательные критерии, первым из которых выступает онтологическое деление.

Онтологическая классификация: нативные и токенизированные активы

Деление цифровых активов на нативные и токенизированные установлено как единственная по-настоящему универсальная международная классификация: независимо от регуляторного подхода и национального правового контекста все одиннадцать рассмотренных юрисдикций проводят это разграничение.

Нативные криптоактивы возникают и существуют исключительно внутри DLT-среды, не удостоверяют прав на внешний базовый актив и не предполагают наличия обязанного лица. Токенизированные активы представляют собой цифровые представления реальных активов или прав на них с наличием базовой привязки и обязанного лица. Согласно BIS Bulletin No. 72 под токенизацией понимается процесс переноса прав требования на реальные или финансовые активы, учтённые в традиционном реестре, на программируемую платформу. ОЭСР также подтверждает, что большинство юрисдикций применяют к токенизированным активам принцип технологической нейтральности, т. е. тот же регуляторный результат, что и для не токенизированного аналога.

Российское законодательство воспроизводит данную логику. Цифровая валюта по 259-ФЗ отвечает признакам нативного актива: существует исключительно внутри информационной системы, не удостоверяет прав на какой-либо внешний объект и лишена обязанного лица перед каждым держателем. ЦФА удостоверяют конкретные цифровые права - денежные требования, права по эмиссионным ценным бумагам, права участия в капитале, что соответствует признакам токенизированного актива: присутствует обязанное лицо (эмитент) и удостоверяемое право, существующее независимо от технологии его фиксации.

Функциональная классификация: платежные, инвестиционные и утилитарные токены

Функциональная классификация цифровых активов, распространенная во многих юрисдикциях со сформировавшимся законодательством, устойчиво воспроизводит три основные категории - платёжные, инвестиционные и утилитарные токены. При этом наименования, критерии разграничения и регуляторные последствия в каждом случае определяются национальным правовым контекстом. Данная таксономия впервые была систематизирована FINMA в руководстве по ICO 2018 г., выделившим payment, utility и asset tokens на основании экономической функции и критерия передаваемости, и была воспринята большинством последующих регуляторных рамок как концептуальная отправная точка.

Регулятор ЕС, к примеру, следует той же логике, однако инвестиционные токены намеренно не вводит как отдельную категорию: криптоактивы, квалифицирующиеся как финансовые инструменты по MiFID II, исключаются из периметра MiCA, тогда как внутри самого регламента остаются три категории EMT и ART как подвиды платёжных, а также Utility token. Принципиальное следствие: в европейском праве отсутствует термин «security token» вместо него применяется описательная конструкция «криптоактив, квалифицирующийся как финансовый инструмент». В японской модели функциональное деление реализовано институционально через разграничение юрисдикции двух законов: платёжная функция регулируется PSA, инвестиционная FIEA, что устраняет терминологическую неопределённость ценой усложнения регуляторной архитектуры.

На основании сравнительного анализа рассмотренных юрисдикций выделяются следующие функциональные категории цифровых активов:

Платёжные токены предназначены для использования в качестве средства расчётов и обмена и включают необеспеченные криптовалюты и стейблкоины как подвид, разграниченный по механизму стабилизации.

Глобально платежные токены представлены в разрезе обеспечения:

1) Необеспеченные криптоактивы, выполняющие платежную функцию, такие как Bitcoin или Ether.

2) Стейблкоины - подвид платежных токенов, предназначенных для поддержания стабильной стоимости относительно референтного актива или корзины активов. Стабильность цены достигается через различные механизмы, включая полное или частичное коллатеральное обеспечение, алгоритмическое управление предложением либо их комбинацию. Отдельный законодательные акты, такие как GENIUS Act подчеркивают,

что эмитент стейблкоина обязуется выкупить его по фиксированной денежной стоимости и поддерживает стабильную стоимость относительно фиксированного денежного значения.

В рыночной практике при этом стейблкоинам относят платежные токены с четырьмя видами обеспечения: фиатный резерв, резерв в активах реального мира, резерв в цифровых активах и алгоритмическое обеспечение цены. Однако в законодательной практике далеко не все виды обеспечения позволяют отнести актив к категории стейблкоина.

В европейском законодательстве стейблкоины подразделяются на electronic money token (EMT), привязанные к одной валюте, и asset referenced token (ART) - привязанные к корзине активов, валют или иных прав. При этом актив с крипторезервом теоретически может быть отнесен к категории ART, но токен с алгоритмическим обеспечением будет относиться к необеспеченным платежным токенам.

С точки зрения покрытия рыночных явлений законодательство MICA (EU) покрывает наибольшие варианты обеспечения, в то время как практически во всех других юрисдикциях активы с резервированием, отличным от фиатного не имеют собственной категории или исключаются из стейблкоинов.

Устойчивой международной закономерностью является исключение алгоритмических токенов из законодательной категории стейблкоинов вне зависимости от формы такого исключения. Данная закономерность свидетельствует о складывающемся регуляторном консенсусе относительно природы механизма стабилизации: законодатель признаёт достаточным основанием для присвоения статуса стейблкоина лишь наличие внешнего резервного обеспечения, верифицируемого независимым образом, тогда как алгоритмическое регулирование предложения через смарт-контракты квалифицируется как недостаточное для обеспечения функции сохранения стоимости на уровне, сопоставимом с референтным активом.

В российском законодательстве отсутствуют стейблкоины как отдельная категория, выполнение платежной функции предусмотрено в рамках определения цифровой валюты, однако только в рамках внешнеэкономической деятельности с участниками, не являющимися резидентами РФ. Для ЦФА прямой запрет в 259-ФЗ также предусмотрен только для внутренних платежных отношений с участием резидентов, при этом допускается использование данной категории активов для расчетов в рамках внешнеэкономической деятельности с нерезидентами.

При этом в рамках регуляторной песочницы под названием Экспериментальный Правовой Режим (ЭПР) допускаются исключения применительно как к цифровым валютам, так и ЦФА для целей осуществления ВЭД.

Несмотря на отсутствие внесения в реестр ЦФА или цифровой валюты крупнейших платежных активов с привязкой к доллару, в российской практике есть единственный на момент исследования прецедент категоризации стейблкоина. Стейблкоин A7A5, эмитированный A7, компанией, входящей в группу Промсвязьбанка был допущен к обращению в Российской Федерации в качестве ЦФА через конструкцию иностранного цифрового права. Данный стейблкоин имеет привязку 1:1 к российскому рублю и обеспечен депозитами в Промсвязьбанке.

Опираясь на определение ЦФА, указанный прецедент и международную практику классификации стейблкоинов можно предположить, что для российского права данная классификация является наиболее верной в связи с наличием права требовать погашение стейблкоина его по фиксированному денежному значению и привязке к резервному обеспечению.

Инвестиционные токены - удостоверяют права, аналогичные правам по традиционным финансовым инструментам: права на долю в капитале, долговые требования, право на получение дохода в ЕС определяются как криптоактивы, обладающие признаками финансовых инструментов, регулируются в праве ЕС вне MiCA - в рамках MiFID II и смежных актов, в США выделяются через тест Howey и относятся к финансовому инструменту, в Японии через FIEA определяются как electronically recorded transferable rights (ERTR).

Для России инвестиционные токены, удостоверяющие права аналогичные финансовым инструментам подпадают под определение Цифровых Финансовых Активов. При этом несмотря на то, что цифровая валюта также законодательное предполагает наличие инвестиционной функции - отсутствие права прямо не позволяет отнести данный актив в указанную категорию.

Утилитарные токены - предоставляют доступ к товару, услуге или функциональности платформы эмитента; не удостоверяют инвестиционных прав и не выполняют платёжной функции в отношении неопределённого круга лиц.

Как самостоятельная легальная категория утилитарные токены закреплены наиболее ограниченно.

В Евросоюзе под утилитарным токеном понимается криптоактив, предоставляющий доступ к товару или услуге, поставляемых его эмитентом. В Таиланде утилитарные токены представлены двумя группами: Group 1 - токены использующиеся для потребления или цифровые сертификаты, освобождённые от регуляторного одобрения при условии отсутствия листинга на биржах, Group 2 - все прочие токены не вошедшие в Group 1, но при этом не являющиеся инвестиционными, поэтому для классификации утилитарного токена во вторую группу необходимо одобрение регулятора SEC.

В России утилитарные токены также номинально покрываются термином цифровая валюта, при этом созвучный отечественный термин утилитарные цифровые права имеет в себе инвестиционную составляющую и обязанное лицо, т. к. предполагает наличие инвестиционной платформы, в рамках которой представлен следующий перечень прав:

1) право требовать передачи вещи (вещей);

2) право требовать передачи исключительных прав на результаты интеллектуальной деятельности и (или) прав использования результатов интеллектуальной деятельности;

3) право требовать выполнения работ и (или) оказания услуг.

В связи с этим ближайшим аналогом в международной практике вероятнее всего является Group 2 utility tokens в Таиланде.

Итоговая структура классификации цифровых активов по онтологическому и функциональному критериям представлена на рисунке 1.

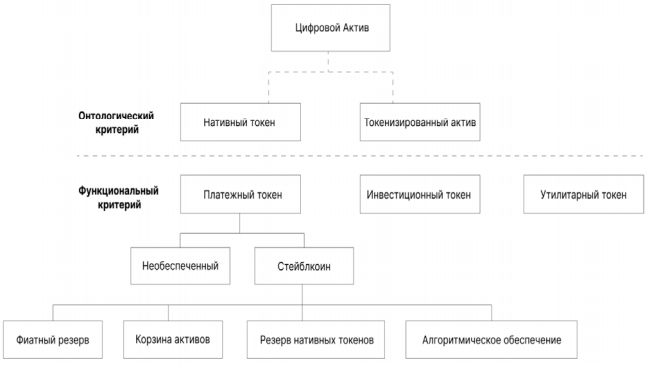


Рис.1 Классификация цифровых активов по онтологическому и функциональному критериям

Заключение

Сравнительный анализ законодательства юрисдикций с финализированным регулированием цифровых активов, дополненный позициями FSB, IOSCO, FATF и Базельского комитета описывающими родовое понятие цифрового актива, позволил установить три устойчивые закономерности.

Во-первых, деление цифровых активов на нативные и токенизированные является единственной универсальной международной классификацией: независимо от регуляторного подхода, законодатели разграничивают активы, существующие исключительно внутри DLT-среды, и активы, удостоверяющие права на внешний базовый объект.

Во-вторых, функциональная таксономия, подразумевающая платёжные, инвестиционные, утилитарные токены, воспроизводится в большинстве юрисдикций, однако конкретные критерии разграничения, правовые последствия и степень охвата различаются таким образом, что во многих юрисдикциях стейблкоины в лучшем случае не оформлены как единая автономная правовая категория, а зачастую в целом не имеют исчерпывающих правовых рамок.

В-третьих, технологическая привязка определений к DLT систематически генерирует регуляторные пробелы, тогда как функциональный критерий устойчивее, но не содержит механизма разрешения двойной квалификации.

Россия занимает в международном контуре терминологического единообразия особое положение. Проведённая систематизация позволила интегрировать отечественные правовые категории - цифровую валюту, ЦФА и УЦП - в международную классификационную рамку, верифицировав их функциональные и онтологические аналоги в юрисдикциях с финализированным регулированием.

Разграничение цифровой валюты и ЦФА содержательно воспроизводит деление нативных и токенизированных активов, а формирующаяся гибридная регуляторная архитектура не имеет прямых аналогов в наднациональной терминологии.

Институт УЦП остаётся наименее интегрированным в международную практику: его инвестиционная составляющая и наличие обязанного лица противоречат функциональной природе утилитарного токена в понимании наиболее проработанных режимов регулирования, таких как MiCA.

Тем самым предложенная классификационная модель уточняет место российских правовых категорий в международном контуре регулирования цифровых активов и может служить основой для дальнейшего совершенствования понятийного аппарата и нормативного регулирования.

Литература

1.Aldasoro I., Doerr S., Gambacorta L., Garratt R., Koo Wilkens P. The tokenisation continuum // BIS Bulletin. 2023. No. 72. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.bis.org/publ/bisbull72.pdf

2.Allen J. G., Rauchs M., Blandin A., Bear K. Legal and Regulatory Considerations for Digital Assets. Cambridge: Cambridge Centre for Alternative Finance, 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.jbs.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2020/10/2020-ccaf-legal-regulatory-considerations-report.pdf

3.Basel Committee on Banking Supervision. Prudential treatment of cryptoasset exposures. December 2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.bis.org/bcbs/publ/d545.pdf

4.Emergency Decree on Digital Asset Businesses B.E. 2561 (2018) (Thailand). [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://www.sec.or.th/EN/Documents/EnforcementIntroduction/digital asset_decree_2561_EN.pdf

5.ESMA. Guidelines on the conditions and criteria for the qualification of crypto-assets as financial instruments. 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.esma.europa.eu/document/guidelines-conditions-and-criteria-qualification-crypto-assets-financial-instruments

6.ESMA. Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCA). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.esma.europa.eu/esmas-activities/digital-finance-and-innovation/markets-crypto-assets-regulation-mica

7.European Banking Authority. Asset-referenced and e-money tokens under MiCA. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://www.eba.europa.eu/regulation-and-policy/asset-referenced-and-e-money-tokens-mica

8.Financial Action Task Force. Updated Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers. 2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/Updated-Guidance-VA-VASP.pdf

9.Financial Stability Board, Thematic Review on FSB Global Regulatory Framework for Crypto-asset Activities 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.fsb.org/uploads/P161025-1.pdf

10.FINMA. Guidelines for enquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs). 2018. [Электронный ресурс].Режим доступа: https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/

11.Global Financial Markets Association. Annex 1: Proposed Approach for the Classification and Understanding of Digital Assets. 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gfma.org/wp-content/uploads/2023/05/annex-1-gfma-proposed-approach-for-the-classification-and-understanding-of-digital-assets.pdf

12.Global Markets Advisory Committee. Digital Asset Classification Approach and Taxonomy. 6 March 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа:
https://www.cftc.gov/media/10321/CFTC_GMAC_DAM_Classification_Approach_and_Taxonomy_for_Digital_Assets_030624/download

13.International Organization of Securities Commissions. Policy Recommendations for Crypto and Digital Asset Markets. 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD747.pdf

14. Lavayssière X. Legal Structures of Tokenised Assets // European Journal of Risk Regulation. 2023. Vol. 14. No. 2. P. 286–307. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/5D3537D89F9AD858339424E1D60D7C43/S1867299X24000886a.pdf/legal_structures_of_tokenised_assets.pdf

15. OECD. Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets. Paris: OECD Publishing, 2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/03/regulatory-approaches-to-the-tokenisation-of-assets_da7ae482/aea35466-en.pdf

16.Payment Services Act (Japan). Official English translation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/4477/en

17.Securities and Exchange Commission, Thailand. Amendments related to supervision of ready-to-use utility tokens. 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа:https://www.sec.or.th/EN/Pages/News_Detail.aspx?SECID=11020&rand=113627

18.United States Congress. S.1582 - GENIUS Act. 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.govinfo.gov/content/pkg/BILLS-119s1582es/pdf/BILLS-119s1582es.pdf

19. Zetzsche D. A., Annunziata F., Arner D. W., Buckley R. P. The Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCA) and the EU Digital Finance Strategy // Capital Markets Law Journal. 2021. Vol. 14. No. 2. P. 203–220. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3725395

20.Горбачева Т. А. Мировой опыт регулирования цифровых активов // [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-opyt-regulirovaniya-tsifrovyh-aktivov

21.Грошев С. А. Налогово-правовые аспекты обращения обеспеченного рублем стейблкоина A7A5 в системе цифровых прав Российской Федерации // Налоги и налогообложение. 2025. № 5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/nalogovo-pravovye-aspekty-obrascheniya-obespechennogo-rublem-steyblkoina-a7a5-v-sisteme-tsifrovyh-prav-rossiyskoy-federatsii

22.Законопроект № 1194918–8 «О цифровой валюте и цифровых правах». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://storage.consultant.ru/site20/202604/02/pr_fz_020426-1194918.pdf

23.Кочергин, Д.А. и Андрюшин, С.А., 'Цифровые активы, криптоактивы и цифровые валюты: экономическое содержание и потенциал конвергенции', Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика, 39 (4), с. 496–533. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.403

24.Смирнов Д. А., Первышов Е. А. О понятии цифровых финансовых активов в условиях современных реалий: финансово-правовые аспекты // Гуманитарные и юридические исследования. 2022. Т. 9. № 4. С. 638–642. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/o-ponyatii-tsifrovyh-finansovyh-aktivov-v-usloviyah-sovremennyh-realiy-finansovo-pravovye-aspekty

25.Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте, о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358753/

International classification of digital assets: a comparative analysis of regulatory approaches

Zhuravlev A.A.

Financial university under the Government of the Russian Federation

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The lack of a unified international classification of digital assets creates significant barriers to cross-border regulation, blocks the creation of legal clarity for market participants, and significantly limits the ability of national legal systems to integrate into global markets. This study aims to systematize existing classification approaches to digital assets across jurisdictions with finalized regulatory frameworks, and to adapt Russian terminology within the broader international legal landscape. The research is based on a comparative analysis of legislation across eleven jurisdictions with finalized regulations, assessed according to the typologies developed by the Financial Stability Board (FSB) and the International Organization of Securities Commissions (IOSCO), as well as the positions of the FATF, the Basel Committee and the Bank for International Settlements. The methods of systematization and classification are applied. Three major patterns are identified: the separation between native and tokenized assets based on ontological classification constitutes the only universal international classification. The functional taxonomy is present in most of the jurisdictions, although the criteria slightly differ among the countries examined. Despite their systemic importance, stablecoins often remain without a separate legislative category. Russia occupies a unique position by developing a hybrid regulatory framework with no direct equivalent in the FSB or IOSCO typologies and by introducing asset categories that remain unique to the domestic market. The results of current research can be used for clarification of terminology and improvement of local legislation regulating digital assets.

Keywords: digital assets, crypto-assets, digital financial assets, digital currencies, stablecoins, utility tokens, functional classification, ontological classification.

References

1. Aldasoro I., Doerr S., Gambacorta L., Garratt R., Koo Wilkens P. The tokenisation continuum // BIS Bulletin. 2023. No. 72. [Electronic resource]. Access mode: https://www.bis.org/publ/bisbull72.pdf

2. Allen J. G., Rauchs M., Blandin A., Bear K. Legal and Regulatory Considerations for Digital Assets. Cambridge: Cambridge Centre for Alternative Finance, 2020. [Electronic resource]. Access mode: https://www.jbs.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2020/10/2020-ccaf-legal-regulatory-considerations-report.pdf

3. Basel Committee on Banking Supervision. Prudential treatment of cryp-toasset exposures. December 2022. [Electronic resource]. Access mode: https://www.bis.org/bcbs/publ/d545.pdf
4. Emergency Decree on Digital Asset Businesses B.E. 2561 (2018) (Thailand). [Electronic resource]. Access mode: https://www.sec.or.th/EN/Documents/EnforcementIntroduction/digitalasset_decree_2561_EN.pdf
5. ESMA. Guidelines on the conditions and criteria for the qualification of crypto-assets as financial instruments. 2025. [Electronic resource]. Access mode: https://www.esma.europa.eu/document/guidelines-conditions-and-criteria-qualification-crypto-assets-financial-instruments
6. ESMA. Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCA). [Electronic resource]. Available at: https://www.esma.europa.eu/esmas-activities/digital-finance-and-innovation/markets-crypto-assets-regulation-mica
7. European Banking Authority. Asset-referenced and e-money tokens under Mi-CA. [Electronic resource]. Available at: https://www.eba.europa.eu/regulation-and-policy/asset-referenced-and-e-money-tokens-mica
8. Financial Action Task Force. Updated Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers. 2021. [Electronic resource]. Available at: https://www.fatf-gafi.org/content/dam/fatf-gafi/guidance/Updated-Guidance-VA-VASP.pdf
9. Financial Stability Board, Thematic Review on FSB Global Regulatory Framework for Crypto-asset Activities 2025. [Electronic resource]. Available at: https://www.fsb.org/uploads/P161025-1.pdf
10. FINMA. Guidelines for inquiries regarding the regulatory framework for initial coin offerings (ICOs). 2018. [Electronic resource]. Available at: https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/
11. Global Financial Markets Association. Annex 1: Proposed Approach for the Classification and Understanding of Digital Assets. 2023. [Electronic resource]. Access mode: https://www.gfma.org/wp-content/uploads/2023/05/annex-1-gfma-proposed-approach-for-the-classification-and-understanding-of-digital-assets.pdf
12. Global Markets Advisory Committee. Digital Asset Classification Approach and Taxonomy. March 6, 2024. [Electronic resource]. Access mode: https://www.cftc.gov/media/10321/CFTC_GMAC_DAM_Classification_Approach_and_Taxonomy_for_Digital_Assets_030624/download
13.International Organization of Securities Commissions. Policy Recommendations for Crypto and Digital Asset Markets. 2023. [Electronic resource]. Access mode: https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD747.pdf
14. Lavayssière X. Legal Structures of Tokenized Assets // European Journal of Risk Regulation. 2023. Vol. 14.No. 2. P. 286–307. [Electronic resource]. Available at: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/5D3537D89F9AD858339424E1D60D7C43/S1867299X24000886a.pdf/legal_structures_of_tokenised_assets.pdf
15. OECD. Regulatory Approaches to the Tokenisation of Assets. Paris: OECD Publishing, 2021. [Electronic resource]. Available at: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/03/regulatory-approaches-to-the-tokenisation-of-assets_da7ae482/aea35466-en.pdf
16. Payment Services Act (Japan). Official English translation. [Electronic resource]. Access mode: https://www.japaneselawtranslation.go.jp/en/laws/view/4477/en
17. Securities and Exchange Commission, Thailand. Amendments related to supervision of ready-to-use utility tokens. 2024. [Electronic resource]. Access mode: https://www.sec.or.th/EN/Pages/News_Detail.aspx?SECID=11020&rand=113627
18. United States Congress. S.1582 - GENIUS Act. 2025. [Electronic resource]. Available at: https://www.govinfo.gov/content/pkg/BILLS-119s1582es/pdf/BILLS-119s1582es.pdf
19. Zetzsche D. A., Annunziata F., Arner D. W., Buckley R. P. The Markets in Crypto-Assets Regulation (MiCA) and the EU Digital Finance Strategy // Capital Markets Law Journal. 2021. Vol. 14. No. 2. P. 203–220. [Electronic resource]. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3725395
20. Gorbacheva T. A. Global Experience in Regulating Digital Assets // [Electronic resource]. Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/mirovoy-opyt-regulirovaniya-tsifrovyh-aktivov
21. Groshev S. A. Tax and legal aspects of the circulation of the ruble-backed stablecoin A7A5 in the digital rights system of the Russian Federation // Taxes and taxation. 2025. No. 5. [Electronic resource]. Access mode: https://cyberleninka.ru/article/n/nalogovo-pravovye-aspekty-obrascheniya-obespechennogo-rublem-steyblkoina-a7a5-v-sisteme-tsifrovyh-prav-rossiyskoy-federatsii
22. Bill No. 1194918-8 "On digital currency and digital rights." [Electronic resource]. Access mode: https://storage.consultant.ru/site20/202604/02/pr_fz_020426-1194918.pdf
23. Kochergin, D. A. and Andryushin, S. A., 'Digital assets, cryptoassets, and digital currencies: economic content and convergence potential', Bulletin of St. Petersburg University. Economics, 39 (4), pp. 496–533. [Electronic resource]. Access mode: https://doi.org/10.21638/spbu05.2023.403
24. Smirnov, D. A., Pervyshov, E. A. On the concept of digital financial assets in the context of modern realities: financial and legal aspects // Humanitarian and legal studies. 2022. Vol. 9. No. 4. Pp. 638–642. [Electronic resource]. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/o-ponyatii-tsifrovyh-finansovyh-aktivov-v-usloviyah-sovremennyh-realiy-finansovo-pravovye-aspekty
25. Federal Law of July 31, 2020 No. 259-FZ "On Digital Financial Assets, Digital Currency, and Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation." [Electronic resource]. Available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358753/

Внедрение концепции конвергентного метода формульного ценообразования цен для повышения общей устойчивости долгосрочных контрактов в металлургии

Коломеец Илья Витальевич
аспирант Института Экономики Университета науки и технологий МИСИС, kolo-77@mail.ru

Целью исследования является формирование предложений для преодоления ограничений современного этапа эволюции инструментария формульных цен в долгосрочных контрактах. В качестве методологического подхода для повышения устойчивости контрактов с формульным принципом ценообразования предлагается внедрение авторской концепции конвергентного метода формульного ценообразования и условия конвергенции, которое необходимо обеспечить на разных этапах циклической конъюнктуры рынков. Данная концепция обеспечивает надежную сходимость рыночных и формульных цен в условиях нестабильной ценовой конъюнктуры, а также стимулирует устойчивое функционирования долгосрочных коммерческих связей между поставщиком и потребителем. Расширение конвергентного метода формульного ценообразования между поставщиком, потребителем приводит к более системному пониманию общего организационно-экономического механизма конвергенции между поставщиком, потребителем металлопроката и государством.

Результаты (Findings): Результаты проведенного исследования позволили обосновать и реализовать в виде графических объектов и математических моделей совокупный инструментарий концепции конвергентного метода построения формульных цен. Ключевые элементы конвергентного метода составляет алгоритм разработки формульных цен, методология инструментария стабилизаторов формульных цен в условиях волатильности рынков, общий организационно-экономический механизм конвергенции. Концепция конвергентного метода отвечает на вызовы современного этапа эволюции методологии формульного ценообразования, среди которых повышенная волатильности цен на товарно-сырьевых рынках, нарушение моделей формульных цен, основанных на нетбэках цен мирового рынка, снижения доступности информационных источников по формированию независимых ценовых индикаторов (котировок) ценовых агентств, разрыв ценовых трендов на рынках металлургии и рынках продукции дальнейших переделов.

Выводы: Гипотеза о необходимости адаптации инструментария формульных цен к современным вызовам рассматривается на примере долгосрочных контрактов горно-металлургической отрасли. По итогам исследования обоснована теоретическая модель конвергентного метода формульного ценообразования, алгоритм разработки выражений ценовых формул для долгосрочного ценообразования. Выявлены закономерности влияния различных инструментов стабилизации цен, определяющих долгосрочную устойчивость формульных моделей. В качестве синтеза предложений по оптимизации инструментария формульных цен предложена концепция конвергентного метода и общий механизм реализации конвергентного метода.

Полученные результаты позволяют обосновать концепцию, объединяющую отдельные элементы взаимодействия поставщика металлопроката и потребителя в условиях долгосрочного контракта.

Ключевые слова: Конвергентный метод формульного ценообразования, алгоритм разработки формульных цен, стабилизаторы цен, адаптация инструментария формульных цен, конвергентный механизм.

Введение

На современном этапе горно-металлургическая отрасль сталкивается со сложным комплексом проблем. Помимо снижения спроса и сокращения экспортных возможностей российских металлургических предприятий из-за давления санкций и геополитических потрясений, к вызовам текущего этапа относится ограничения в использования формульных механизмов долгосрочного ценообразования. Использование долгосрочных контрактов, основанных на формульном ценообразовании, исторически обеспечивало функционирование крупнейших межотраслевых соглашений между предприятиями горно-металлургической отрасли и ключевыми потребителями из секторов топливно-энергетического комплекса, машиностроения, строительства и других. Формульные контракты выполняли в экономике роль механизмов саморегулирования и прогнозирования рыночных цен, поскольку будущая цена контракта, определялась математической моделью, связанной с фаткорами затратами на производство и/или колебаниями конъюнктуры глобальных товарно-сырьевых рынков. Формула цены включала в себя базовую цену и корректирующие поправки, учитывающие особенности производства и реализации продукции, основанные на практики мирового рынка. [6, с. 68] Ввиду разрыва между внутренними ценами и ценами на мировом рынке под влиянием санкций и нерыночных торговых ограничений важной задачей становится адаптация различных элементов инструментария формульного ценообразования к современным вызовам.

Материалы и методы исследования

В качестве инструментария в представленном исследовании используются научные методы программирования для формирования алгоритма разработки моделей цен, основанных на формульном ценообразовании, также используются методы корреляционного анализа, в частности коэффициента корреляции Пирсона (КПП) для проверки эффективности предлагаемого инструментария на базе исторических ценовых рядов, а также методы экспертные интервью.

Анализ ретроспективного и текущего состояния практики долгосрочного ценообразования был проведен на основе опросов и интервью специалистов коммерческих подразделений металлургических компаний в рамках 3-й Международной конференции «Металлургическое сырье: продажи, производство, логистика», состоявшейся в апреле 2024 года в Москве. Данное исследование базировалось на обработке более 30 интервью с ведущими экспертами в области продаж и рыночного анализа крупнейших предприятий горно-металлургического сектора. Консолидированная оценка экспертов подтвердила гипотезу, что сС 2022 года наблюдается сокращение таких контрактов практически во всех сегментах рынка. [7, с. 450] Несмотря на эту негативную тенденцию, рыночные эксперты в своих интервью отмечали полезность и эффективность долгосрочных контрактов с формульным ценообразованием, а также готовность возобновить практику их заключения в будущем при условии появления новых инструментов для решения данной проблемы. Крайне важно обеспечить устранение препятствий для развития контрактов с формульным ценообразованием в среднесрочной и долгосрочной перспективе как для отдельных предприятий, так и с точки зрения более широких экономических интересов. Ведь правильно реализованное формульное ценообразование обеспечивает справедливое распределение прибыли между поставщиком и потребителем. [1, с. 110]

Ретроспективная методология была основана на принципе взаимной корреляции между ценами на внутреннем и мировом рынках, что в целом подтвердилось в ходе анализа цен за ретроспективный период 2010–2021 гг. Однако начиная с 2022 года наблюдается расхождение между ценовыми рядами российского внутреннего рынка и мирового рынка. Для демонстрации этой тенденции представлена следующая иллюстрация на основании сравнения ценовых индикаторов металлургического сырья, а именно коксующегося угля (для технологии конвертерной стали)

Как показывают графики, в ретроспективный период до 2021 года включительно ценовые тенденции на внутреннем и мировом рынках демонстрировали высокую степень сходимости цен и динамики. Однако начиная с 2022 года стало очевидным заметное расхождение в ценовых тенденциях. Ввиду ценового дисбаланса ранее применяемая методоло-

гия расчета нетбэков на основе мирового рынка больше не является эффективной. Модель нетбэков подверглась значительным нарушениям корреляций цен, которые еще более усугубились санкционными ограничениями в отношении российских экспортёров. Прежние западные логистические маршруты для российского экспорта больше недоступны, в то время как поставки на восток характеризуются общим ростом логистических затрат от российского пункта отгрузки до конечного потребителя или трейдера на азиатском рынке. Введение санкций вынуждает российских поставщиков предлагать потребителям дополнительные скидки по сравнению со средними ценами на мировом рынке. Такое развитие событий также ведет к отказу от использования паритетов с мировым рынком в отношении прежних рыночных практик и методологий ценообразования. Глобально ценообразование на рынках сырьевых товаров, также как и ценообразование на рынках конечной продукции, находится под непосредственным влиянием развитых стран, которые извлекают несомненную выгоду из искусственно сформированных в мировой экономике ценовых диспропорций. [2, 12]

Графики 1 Динамика цен на рынках коксующегося угля
Источник: по данным независимых ценовых агентств

Для решения задачи преодоления методологических ограничений инструментов формульного ценообразования на данном этапе необходимо разработать и внедрить новый алгоритм формульного определения цены, который будет включать этапы отбора, связанные с выбором источников данных, а также базовой модели ценообразования [3, 264]. В данный алгоритм необходимо включить следующие этапы: выбор моделей, выбор пар цен с подтвержденной ретроспективной корреляцией, определение взаимосвязи между ценой и ключевым фактором, а также дополнительные варианты стабилизации формульных механизмов в условиях волатильности ценовой конъюнктуры на мировых рынках.

Таким образом, алгоритм представляется в виде последовательности шагов, включающих выбор и учет текущих ограничений при построении формульных выражений и реализуется посредством процедуры, состоящей из четырех последовательных этапов.

Этап 1 процесса состоит из современного выполнения аналитических процедур по выбору источников данных и проверке применимости ранее использовавшихся формульных ценовых моделей для использования в рамках договора поставки сырья или готовой прокатной продукции, для которых разрабатывается формульное выражение.

Начальный этап процесса включает в себя выбор формульных моделей ценообразования и преодоления ограничений методологии формульного ценообразования на современном этапе эволюции. [3, 263] Метод ценообразования формирует основу логической связи между ценой контрактного актива и независимыми рыночными ценовыми индикаторами, что обеспечивает правильное выполнение последующих формульных расчетов цены.

Например, использование модели рыночного бенчмарка или эталонного рынка [4, 53] требует применения котировок сопоставимого товарного рынка для формульного ценообразования по контрактам на прокат или сырье. Эти котировки выбираются исходя из их близости к контрактным требованиям в плане спецификации, качества и условий поставки. Использование таких моделей представляется самым простым и понятным методом определения формульной контрактной цены; однако эта модель применима не во всех случаях. В условиях, когда продукт стандартизирован и широко потребляется на рынке, конкуренция практически совершенна, а на цену не влияют региональные различия или различия между покупателями, модель, основанная на эталонных рыночных ценах, может успешно применяться в формульных контрактах. Однако на практике значительное число рынков металлургического сырья и проката характеризуется неоднородностью предложения продукции, олигополистической или монополистической структурой предложения и антимонополистической или олигополистической структурой спроса. В таких условиях внедрение вышеупомянутой модели представляет собой сложную задачу, поэтому активно внедряются модели, основанные на затратном методе ценообразования с использованием декомпозированной по всем производственным переделам модели затрат производителя стального металлопроката или сырья. Для обеспечения реализации алгоритма на этапе 1 необходимо решить задачи систематизации источников и возможных моделей формульного ценообразования. Реализация этапа 1 завершена при условии успешного выполнения задач по выявлению источников цен и формульных моделей ценообразования. После этого процесс формирования формулы ценообразования переходит к этапу 2.

На этапе 2 определяются ключевые элементы для формирования аналитического выражения формулы ценообразования. Основной целью этапа 2 является точный выбор ценовых индикаторов (котировок), которые служат для обеспечения корреляции между независимыми рыночными индикаторами и ценой контрактного актива, для которого разрабатывается формула. Выявление подходящих ценовых пар формируется посредством ретроспективного анализа доступных рыночных котировок с целью выявления тех рынков, которые демонстрируют высокую степень ценовой конвергенции, подтверждаемую коэффициентом корреляции Пирсона 0,8 или выше, за определенный ретроспективный период. При отсутствии каких-либо источников или если для конкретного контрактного актива отсутствуют одна или несколько пар цен с подтвержденной корреляцией, алгоритм возвращается к выбору источников и анализу возможных моделей ценообразования.

На третьем этапе аналитическое выражение полученного формульного контракта дополняется специализированными инструментами для обеспечения функционирования формулы в периоды ценовой волатильности, а именно стабилизаторами формульных цен. Крайне важно, чтобы стабилизаторы функционировали в соответствии с общей целью обеспечения сближения цен формульных контрактов с рыночными ценами, тем самым достигая основной цели алгоритма. Третий этап процесса характеризуется выбором и интеграцией стабилизаторов формульных цен внутри механизма формульного ценообразования.

Этап 4 процесса включает применение структуры формульного ценообразования к историческим ценовым рядам с целью выявления рисков для стабильной работы формулы в прогнозируемом периоде. Этот этап носит итеративный характер и может повторяться несколько раз для адаптации формулы к новым рыночным условиям.

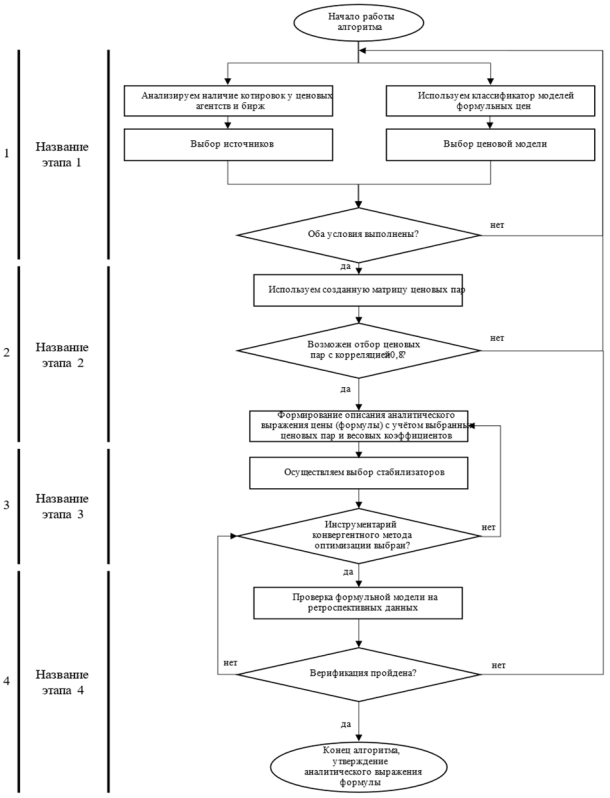


Рисунок 1 Алгоритм разработки формульных выражений для долгосрочных контрактов

Результатом применения алгоритма, т. е. его выходными данными, является общая модель определения формульной цены для данного типа

контракта и данного объекта контракта (металлургическое сырье или готовый прокат) на основе соотношения между его ценой и рыночными аналогами или смежными рынками. Тем не менее следует отметить, что применение алгоритма и формулировка формульного выражения не гарантируют его стабильную работу в долгосрочной перспективе. Основные причины прекращения действия формульных контрактов в ходе диагностического процесса, выявленные экспертами рынка, включают сложности с обеспечением сходимости формульных цен и цен на спотовом рынке в периоды ценовой волатильности.

На основе анализа ретроспективных данных ценовых индикаторов на рынках металлургии за 2012-2024 гг. выявилось три различные стадии циклической динамики цен на рынках:

- стадия спокойного рынка и стабильных цен с длительностью нескольких лет в начале и в конце цикла, которая благоприятна для применения формульной модели ценообразования. Цены на спотовом рынке и формульному контракту близки, в данных условиях ценовой конъюнктуры не возникает рисков остановки формульного контракта;

- стадия резкого роста цен с длительностью 1-2 года в середине цикла. В рамках периода наблюдений такая стадия началась в1 кв 2021 года после стагнации рынков в период пандемии. На этой стадии происходит резкий рост цен на спотовом рынке, реализация формульного механизма ценообразования запаздывает конъюнктуры спотовых цен. Поставщик исполняет формульный контракт с негативным эффектом в виде упущенной выгоды по сравнению с альтернативной ценой поставки на спотовом рынке. В случае если расхождение в ценах формульного контракта и спотового рынка не превышает разумную величину, то формульный контракт продолжает исполняться. Упущенная выгода у поставщика является платой за стабильность загрузки и предсказуемость заказов в рамках графика исполнения формульного контракта по сравнению с несистемным спросом на спотовом рынке. Однако, если разница в ценах превышает разумный уровень скидки за объемы, то в этот период возникает риск остановки формульного контракта по инициативе поставщика. В условиях неконтролируемого роста цен в рамках формульного механизма необходимо использовать специальный инструментарий для сдерживания скачков цен, так называемые стабилизаторы. В качестве стабилизаторов на стадии роста цен могут применяться инструменты сглаживания ценовых рядов, например, квартальное сглаживание котировок в рамках формульного механизма ценообразования. В качестве аналогичного инструментария также могут использоваться коэффициенты торможения динамики отдельных инфляционных элементов формулы, а также курсов валют, в случае если в формуле используются валютные индикаторы.

- стадия резкого снижения цен, которая возникает как корректирующая волна после скачка цен. Данная стадия обычно наблюдается в течении 1,0-1,5 лет и усиливается внешними шоками макроэкономических сценариев и перестройки рынков. В период наблюдения понижательная ценовая волна возникла с середины 2022 года и продлилась примерно до середины 2023 г. В условиях резкой понижательной конъюнктуры цен формульные модели формируют инерцию корректировки цен и возникает ситуация превышения формульных цен над ценами спотового рынка. В этих условиях потребитель металлургической продукции или сырья исполняет формульный контракт с негативным эффектом превышения затрат на закупку металлургической продукции по сравнению с альтернативой закупки на спотовом рынке. В случае разумного расхождения цен потребитель продолжает исполнять формульный контракт, расценивая временную разницу в ценах как премию поставщику за гарантию стабильности поставок и качества. Однако, если снижение цен нарастает и общее снижении цены становится сопоставимым с размером маржинальной чистой прибыли поставщика металлопроката, то возникает риск остановки формульного контракта со стороны поставщика. В этих условиях требуется применить для регуляции формульного контракта инструментарий стабилизаторов для ограничения нижнего диапазона формульной цены. Например, применение механизма предельного коридора изменения цен (stop-loss), суть которого в удержании предельного изменения цены в заданном диапазоне. Механизм работает так, что при резком снижении цен, механизм предельного коридора изменения цены удерживает несколько периодов цену на уровне нижнего диапазона, до момента, пока цены не вернутся в коридор. Коридор предельного изменения может использоваться как часть формульного механизма и включаться только в периоды максимального абсолютного или относительного колебания цен.

Таким образом, несмотря на относительную краткосрочность стадий резкого роста или снижения цен, основные риски долгосрочной реализации формульных контрактов формируются именно на этих стадиях, что может сопровождаться и другими факторами рисков – валютные колебания, инфляционные процессы и другие [5, 437]. Возникает задача адаптации моделей формульных цен для обеспечения стабильной работы формульных контрактов на длительном горизонте. Критерием такой стабильности является общая сходимость цен формульных контрактов и спотового рынка, которое можно представить через **новый метод конвергентного формульного ценообразования** со следующей **гипотезой условия конвергенции**– на всем периоде отклонение средних цен формульного контракта от средней спотовой цены не превышает коридор +-10-15%, что обеспечивает и поставщику и потребителю готовность исполнять формульный контракт в период негативного отклонения формульной цены от спотового рынка, как показано на Рисунке 2.

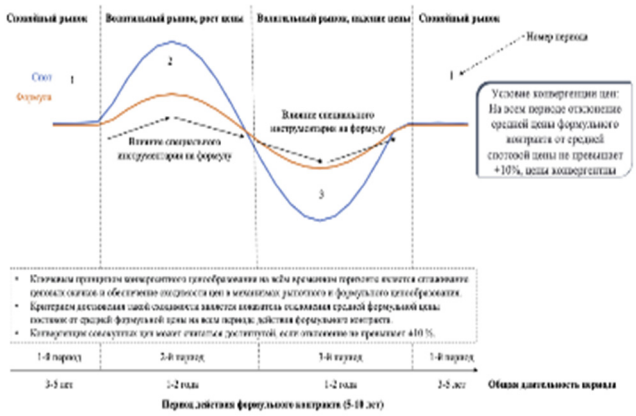


Рисунок 2 Цикличность рынков и задачи обеспечения принципов конвергенции

Источник: составлено автором на основе реальных цен рынка горячекатаного плоского проката

Гипотеза об условиях конвергенции основана на следующих допущениях:

В случае снижения цены крайне важно, чтобы нижний предел не превышал маржу чистой прибыли производителя стали. В последние годы прибыль металлургических концернов в мире снижается. Если в начале 2000-х гг. маржинальность бизнеса по EBITDA достигала 18-20%, то в последние годы показатель опустился приблизительно на 10 п.п. [8, 18].

В период роста цен верхний предел максимально допустимого изменения цены не должен превышать существенную долю от себестоимости производства производителя проката, подвергаемого дальнейшей переработке, или конечного продукта, в котором используется стальной продукт.

В зависимости от типа контракта, структуры себестоимости горно-металлургического предприятия и потребителя условии конвергенции может уточняться, но его исполнение критично для долгосрочной устойчивости формульного контракта.

В случае использования формульного механизма при составлении внутриотраслевых контрактов на поставку сырья или полуфабрикатов в рамках интегрированной производственной цепочки в качестве одного из инструментов наряду со стабилизаторами формульных контрактов могут применяться сводные индексы сырья. Последние основаны на весовых коэффициентах и ценовых индексах отдельных компонентов сырьевой корзины. В таком сценарии ценовая волатильность на рынке конкретного сырья будет смягчаться за счет незначительного влияния данного компонента в составе сырьевой корзины, а также ценовой динамики, наблюдаемой на других рынках сырья.

В практическом смысле конвергентный метод формульного ценообразования можно определить как подход, базирующийся на специальном алгоритме разработки моделей формульного ценообразования, инструментарии стабилизаторов внутри механизма формульных цен для обеспечения в период циклических колебаний рыночных цен сходимости цен формульного контракта и спотовых цен, а также сглаживания ценовой волатильности. Внедрение конвергентного метода обеспечивает стабильность функционирования долгосрочных коммерческих связей между поставщиком горно-металлургической отрасли и его потребителем, что позволяет рассматривать конвергенцию как более широкий организационно-экономический механизм возникающий на основе экономического механизма [10, 25] долгосрочного ценообразования, стимулирующий взаимное проникновения и сотрудничество (конвергенцию) поставщика и потребителя по различным направлениям. Традиционные формы и типы кооперации [9, 325] в таком механизме усиливаются за

счет более глубокой связи интеграции информационных систем, совместной разработки и внедрению новых видов продукции и НИОКР, общего документооборота и т.д. Таким образом, конвергентный метод формульного ценообразования расширяется до конвергентного механизма. Одним из участников конвергентного механизма становится государство, которое посредством конвергенции участников рынка получает инструментарий стабилизации цен, прогнозируемости балансов спроса и предложения отраслей народного хозяйства, вовлеченных в механизм конвергенции.

Выводы

Проведенное исследование позволило прийти к следующим основным результатам и выводам:

1) Предложить алгоритм разработки формульных аналитических выражений в условиях современных вызовов металлургического рынка

2) Сформировать определение конвергентного метода формульного ценообразования и условия конвергенции

3) Определить возможный инструментарий стабилизации формульного механизма в условиях волатильности цен

4) Наметить дальнейшие направления исследования инструментария формульных цен для адаптации к современным рыночным условиям

5) Расширить понятие конвергентного метода формульного ценообразования до социально-экономического механизма

Дальнейшие исследования данной проблемы должны быть направлены на определение и характеристику механизма конвергенции, а также расширении инструментария для конвергентного метода формульного ценообразования

Литература

1. Балашова Е.С., Малышев Е.А., Мачин И.И. Методы ценообразования на продукцию промышленных предприятий // π-Economy. 2023. №6.
2. Плотников В.А. Транснациональные цепочки создания ценности и глобальные механизмы ценообразования: взгляд теоретика // Известия СПбГЭУ. 2022. №2 (134).
3. Жура, С. Е., Коломеец И. В. Вызовы современного этапа развития инструментария формульного ценообразования сквозь призму эволюции методологии формульных цен / С. Е. Жура, И. В. Коломеец // Modern Economy Success. – 2026. – № 1. – С. 259-267. – EDN UETDZY.
4. Тиндова М. Г., Кублин И. М. Некоторые аспекты ценообразования на рынке металлов //Вопросы современной науки и практики. Университет им. ВИ Вернадского. – 2021. – №. 3. – С. 50-59.
5. Бдоян Аркадий Геворкович Финансовые стратегии управления рисками при заключении долгосрочных контрактов // Инновации и инвестиции. 2024. №9
6. Литвиненко Е. А., Ларионова И. А. Управление ценообразованием на металлопродукцию // Экономика промышленности. – 2015. – №2. – С. 67–69.
7. Коломеец, И. В. Анализ проблем трансформации механизмов долгосрочных контрактов на основе формульного ценообразования в металлургии России / И. В. Коломеец // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2024. – Т. 17, № 4(370). – С. 438-453. – DOI 10.24891/fa.17.4.438. – EDN BSBRTG.
8. Лазич Ю. В., Попова И. Н. Тенденции и проблемы развития металлургической отрасли России // Beneficium. 2020. №2 (35).
9. Ермакова Ж. А., Савкин Н. В. Методические основы кооперации предприятий //Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. – 2023. – №. 3. – С. 318.
10. Прокофьева Т. Ю. Соотношение понятий «Экономический механизм» и «Организационно-экономический механизм» // Вестник МФЮА. 2017. №1.

Implementation of the convergent method for formula-based pricing to enhance the overall stability of long-term contracts in the metallurgical industry

Kolomeets I.V.
MISIS University of Science and Technology

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The objective of this study is to formulate proposals for overcoming the limitations of the current stage in the evolution of formula-based pricing mechanisms in long-term contracts. As a methodological approach to enhancing the stability of contracts based on a formulaic pricing principle, the author proposes the implementation of a proprietary concept of a convergent formulaic pricing method and convergence conditions, which must be ensured at different stages of the cyclical market environment. This concept ensures reliable convergence of market and formulaic prices in conditions of unstable price dynamics, and also stimulates the stable functioning of long-term commercial relations between supplier and consumer. The application of the convergent method of formula-based pricing between the supplier and the consumer engenders a more systematic understanding of the general organizational and economic mechanism of convergence between the supplier, the consumer of rolled metal products and the state.

Findings: The findings of the study enabled the substantiation and implementation of a comprehensive toolkit for the concept of the convergent method for constructing formula-based prices, in the form of graphical representations and mathematical models. The fundamental components of the convergent method encompass an algorithm for the development of formula-based prices, a methodology for the utilisation of formula-based price stabilisers in conditions of market volatility, and a general socio-economic mechanism of convergence within the framework of the convergent method's implementation. The convergent method has been developed to address the challenges of the current stage in the evolution of formulaic pricing methodology. These challenges include increased price volatility in the markets for metallurgical raw materials and finished rolled products of the ferrous metallurgy sector, the breakdown of formula-based pricing models founded on price linkages between the Russian domestic market and global market price benchmarks, the reduced availability of information sources for the formation of independent price indicators (quotations) from price agencies, and the divergence of price trends in the metallurgical markets and the markets for further-processed products.

Conclusions: The hypothesis regarding the necessity to adapt formula-based pricing tools to contemporary challenges is examined using the example of long-term contracts in the mining and metallurgical industry. The findings of the study have resulted in the formulation of a theoretical model of the convergent method of formula-based pricing, in addition to an algorithm for deriving pricing formulae for long-term pricing. A range of price stabilisation tools have been identified as having a significant impact on the long-term stability of formula-based models. This paper sets out a synthesis of proposals for optimising formula-based pricing tools. The concept of a convergent method and a general mechanism for implementing this method are proposed.

The results obtained provide a foundation for a conceptual framework that integrates the individual elements of interaction between the rolled metal supplier and the consumer under the terms of a long-term contract..

Keywords: convergent method of formula-based pricing, algorithm for developing formula-based prices, price stabilisers, adaptation of formula-based pricing tools, and convergent mechanism.

References

1. Balashova E.S., Malyshev E.A., Machin I.I. Pricing methods for industrial enterprises' products // π-Economy. 2023. No. 6.
2. Plotnikov V.A. Transnational value chains and global pricing mechanisms: a theorist's perspective // Izvestiya SPBGEU. 2022. No. 2 (134).
3. Zhura, S. E., Kolomeets, I. V. Challenges of the current stage of development of formula-based pricing tools through the prism of the evolution of formula pricing methodology / S. E. Zhura, I. V. Kolomeets // Modern Economy Success. – 2026. – No. 1. – pp. 259–267. – EDN UETDZY.
4. Tindova, M. G., Kublin, I. M. Some aspects of pricing in the metals market // Issues in Contemporary Science and Practice. V. I. Vernadsky University. – 2021. – No. 3. – pp. 50–59.
5. Bdoian A.G. Financial strategies for risk management when concluding long-term contracts // Innovations and Investments. 2024. No. 9
6. Litvinenko E. A., Larionova I. A. Management of pricing for metal products // Industrial Economics. - 2015. - №2. - C. 67-69.
7. Kolomeets, I. V. Analysis of the challenges involved in transforming long-term contract mechanisms based on formula-based pricing in the Russian metallurgical industry / I. V. Kolomeets // Financial Analytics: Problems and Solutions. – 2024. – Vol. 17, No. 4(370). – pp. 438–453. – DOI 10.24891/fa.17.4.438. – EDN BSBRTG.
8. Lazich, Yu. V., Popova, I. N. Trends and challenges in the development of Russia's metallurgical industry // Beneficium. 2020. No. 2 (35).
9. Ermakova Zh. A., Savkin N. V. Methodological foundations of enterprise cooperation // Corporate Governance and Innovative Development of the Northern Economy. – 2023. – No. 3. – p. 318.
10. Prokofieva T. Yu. The relationship between the concepts of 'economic mechanism' and 'organisational-economic mechanism' // Bulletin of the Moscow Financial and Economic Academy. 2017. No. 1.

Смена формата мировой платёжной системы: от SWIFT к децентрализованной архитектуре

Крук Дмитрий Михайлович
аспирант, Экономический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова,

Белова Людмила Георгиевна
доктор экономических наук, доцент кафедры мировой экономики, Экономический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова

В статье представлены результаты изучения изменения формата глобальной платёжной системы в первой четверти XXI в. Проведён сравнительный анализ ключевых международных платёжных систем в контексте трансформации глобальной финансовой архитектуры: традиционной системы Общества всемирных межбанковских каналов связи (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication, SWIFT) и нового международного стандарта обмена электронными сообщениями ISO 20022; китайской трансграничной межбанковской платёжной системы для расчётов в юанях (Cross-Border Interbank Payment System, CIPS); российской Системы передачи финансовых сообщений Банка России (СПФС); проекта мультивалютной платформы центральных банков mBridge; а также стейблкоинов как альтернативных платёжных инструментов. Методологическую основу исследования составили системный подход и сравнительный анализ. Выявлены основные тенденции развития глобальной платёжной инфраструктуры, в том числе переход к структурированным данным, расширение систем мгновенных платежей, развитие альтернативных платёжных коридоров и внедрение технологий распределённого реестра.

Ключевые слова: платёжные системы, SWIFT, ISO 20022, CIPS, СПФС, mBridge, стейблкоины, трансграничные платежи, финансовая инфраструктура, цифровые валюты центральных банков.

Введение

В первой четверти XXI в. глобальная финансовая система переживает период глубокой структурной трансформации, затрагивающей фундаментальные основы международных расчётов и платёжной инфраструктуры. Традиционная архитектура трансграничных платежей, сформировавшаяся во второй половине XX в. на основе доминирования международной межбанковской системы передачи финансовой информации и совершения платежей SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication), подвергается беспрецедентному давлению со стороны технологических инноваций, геополитических факторов и регуляторных изменений, что определяет высокую актуальность исследования. Глобальный рынок трансграничных платежей характеризуется высокими транзакционными издержками, длительными сроками расчётов и ограниченной прозрачностью при значительных объёмах и устойчивой динамике роста, что создаёт потенциал для технологических инноваций и новых бизнес-моделей.

Результаты исследования

Изменение сущностных характеристик рынка трансграничных платежей и платёжных систем в первой четверти XXI века

Основные характеристики рынка трансграничных платежей в первой четверти XXI века. Рынок трансграничных платежей — сегмент мировой индустрии финансовых услуг, обеспечивающий международные денежные переводы между частными лицами, предприятиями и финансовыми учреждениями. Ключевые показатели рынка в период 2024–2030 гг. представлены в Таблице 1.

Таблица 1
Ключевые показатели рынка трансграничных платежей, 2024–2030

Показатель	2024	2025 (оценка)	2030 (прогноз)
Объём трансграничных платежей, трлн $	180,0	195,0	290,2
Средняя стоимость ремиттансов, %	6,4	6,0	3,0 (цель SDG)
Среднее время расчёта (корр. банкинг)	2–5 дней	1–3 дня	< 1 часа
Капитализация стейблкоинов, млрд $	145	280+	500+ (прогноз)
Доля ISO 20022 в платежах	25%	87%	95%+

Источник: составлено по: ISO 20022 in bytes for payments: Maintaining the momentum in 2025 // SWIFT. January 2025. URL: https://www.swift.com/news-events/news/iso-20022-bytes-payments-maintaining-momentum-2025; Stablecoins on the rise: still small in the euro area, but spillover risks loom // European Central Bank Financial Stability Review. November 2025; Stablecoins payments infrastructure for modern finance // McKinsey. July 2025; Central bank digital currency: Further considerations // International Monetary Fund. 2025.

Отличительными признаками транзакций этого рынка являются: пересечение границ государств; запуск цепочки процессов, включающих конвертацию валюты, нормативные проверки и расчёты через различные банки и платёжные сети; охват различных отраслей — электронной коммерции, денежных переводов, управления цепочками поставок; внедрение бесшовных платёжных решений для расширения обслуживания международных клиентов.

Главными тенденциями развития рынка трансграничных платежей в первой четверти XXI в. являются: рост спроса на трансграничные переводы вопреки внешним ограничениям; рост спроса на платежи с применением векселей, позволяющих проводить операции без привязки к конкретной банковской системе в любой валюте; активное применение расчётов в криптовалюте в отдельных странах при редком применении этого инструмента в большинстве стран мира вследствие отсутствия чёткой правовой базы и регуляторных рисков. Эти факторы способствуют сохранению экспериментального характера расчётов в криптовалюте и обусловливают использование стейблкоинов, курс которых привязан к базовому активу, включая национальные валюты. Тенденция особенно актуальна для стран — членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС), международной организации региональной экономической интеграции, созданной 1 января 2015 г., поскольку страны-участницы могут инвестировать в экономику друг друга без дополнительных ограничений, а также для ряда государств Азии, в которых рублёвые расчёты затруднены.

Трансграничные платежи регулируются сложной системой международных соглашений, национальных законов и технических стандартов. К особенностям регулирования относятся: необходимость соблюдения валютного законодательства всех стран-участниц; обязательные процедуры комплаенс и санкционного скрининга (выявления и учёта действия финансовых санкций и экономических ограничений); дополнительные требования к идентификации участников операции; расширенная отчётность для национальных регуляторов; более длительные сроки исполнения из-за множественных проверок; повышенные комиссии за участие международных посредников.

Внедрение цифровых валют центральных банков (Central Bank Digital Currency, CBDC, ЦВЦБ) — цифровых версий национальных фиатных валют, выпускаемых и контролируемых центральными банками, — трактуется как стратегическая инициатива, направленная на улучшение трансграничных платежей, повышение их доступности, эффективности и конкурентоспособности. Ожидается, что оптимизация доступа к внутренним платёжным системам будет способствовать развитию систем трансграничных платежей за счёт решения таких проблем, как длинные цепочки транзакций, высокие затраты на финансирование, низкий уровень конкуренции и устаревшие технологии. В настоящее время средняя стоимость международных денежных переводов (ремиттансов) составляет около 6–7% от суммы транзакции, а время расчётов может достигать нескольких рабочих дней, что существенно превышает показатели внутренних платёжных систем.

Изменения в формате Международной межбанковской системы передачи финансовой информации и совершения платежей SWIFT: переход к ISO 20022. Система SWIFT (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication), основанная 3 мая 1973 г. в Брюсселе, была и остаётся доминирующей глобальной сетью финансовых сообщений, объединяющей более 11 500 финансовых институтов в более чем 235 странах и территориях мира [5]. Инфраструктура SWIFT включает три операционных центра — в США, Нидерландах и Швейцарии, что обеспечивает высокую отказоустойчивость системы. Валютная структура международных платежей через SWIFT представлена в Таблице 2.

Таблица 2

Валютная структура международных платежей через глобальную банковскую сеть обмена сообщениями SWIFT, август 2024

Валюта	Доля (все платежи)	Доля (без EUR-зоны)	Изменение за год
Доллар США (USD)	49,1%	~60%	+1,2 п.п.
Евро (EUR)	21,6%	~15%	−0,8 п.п.
Британский фунт (GBP)	6,5%	~7%	+0,3 п.п.
Китайский юань (CNY)	4,7%	~5%	+0,9 п.п.
Японская йена (JPY)	3,4%	~4%	−0,2 п.п.
Прочие валюты	14,7%	~9%	−1,4 п.п.

Источник: составлено по: U.S. Dollar Dominates Global Payment Network SWIFT // Voronoi App. October 2024. URL: https://www.voronoiapp.com/economy/US-Dollar-Dominates-Global-Payment-Network-SWIFT-2548; SWIFT RMB Tracker. URL: https://www.swift.com/swift-resource/251481/download.

Система SWIFT обеспечивает стандартизированную и защищённую передачу финансовых сообщений и платёжных инструкций между банками, однако не осуществляет непосредственного клиринга и расчётов — эти функции выполняются через корреспондентские счета и локальные платёжные системы. В 2025 г. система продемонстрировала двузначный рост объёма финансовых сообщений, при этом в декабре 2024 г. ежедневно обрабатывалось в среднем 1,4 млн платежей в формате ISO 20022 CBPR+ между 150 отправляющими и 220 получающими странами [2]. Одновременно наблюдается интенсивное развитие альтернативных платёжных систем: китайская CIPS в 2024 г. обработала транзакции на сумму 175,49 трлн юаней (около 24,47 трлн долл. США) с ростом 42,6% за год [3].

Начало XXI в. ознаменовано существенными изменениями в системе SWIFT. В настоящее время для передачи данных используются различные стандарты: SWIFT MT (Унифицированный стандарт электронных банковских сообщений, УФЭБС, не основанный на ISO 20022), SWIFT MX (стандарт, основанный на ISO 20022) и другие. Сосуществование этих стандартов создаёт проблемы, связанные с дороговизной поддержки, трудностями масштабирования и реализации: при трансграничном переводе банковским системам нужно как минимум дважды «переделать» изначальное сообщение для корректной передачи информации дальше. Для решения этих проблем предложена методология единого стандарта. Ключевым направлением модернизации SWIFT в первой четверти XXI в. является переход на ISO 20022 — глобальный открытый стандарт финансовых сообщений, разработанный Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO). Стандарт обеспечивает передачу структурированных обогащённых данных в формате XML, значительно расширяя возможности проверки комплаенса, аналитики и автоматизации обработки платежей. По оценкам SWIFT, более 72% транзакционных данных ранее использовали свободные текстовые поля, что требовало значительного ручного труда при верификации [7]. Сравнительные характеристики форматов MT и MX приведены в Таблице 3.

Таблица 3

Сравнение форматов сообщений Message Type и новых MX (на базе стандарта ISO 20022)

Параметр	MT (Legacy)	MX (ISO 20022)
Формат данных	Проприетарный, текстовый	XML, структурированный
Длина поля адреса	Ограничена (4×35 символов)	Расширенная (до 140 символов)
Данные о плательщике/получателе	Ограниченные, свободный текст	Полные, структурированные
Поддержка LEI	Ограниченная	Полная, обязательная
Уровень STP	~70%	~95%+ (потенциал)
Ложные срабатывания (AML)	Высокие (до 15%)	Низкие (снижение на 25–30%)
Аналитика/AI-обработка	Затруднена	Полностью поддерживается

Источник: составлено по: Starting the ISO 20022 countdown // Finastra. February 2025. URL: https://www.finastra.com/viewpoints/articles/starting-iso-20022-countdown-clock-ticking-industry-ready; ISO 20022 in bytes for payments // SWIFT. January 2025; SWIFT Cross-Border Payments Migration to ISO 20022 Benefits // Bank of America.

Период сосуществования форматов MT (Message Type) и MX (на базе ISO 20022) начался в марте 2023 г. и завершился 22 ноября 2025 г. [8]. К концу 2024 г. уровень внедрения ISO 20022 для трансграничных платежей достиг 32,9%, при этом 31% платёжных рыночных инфраструктур, работающих через SWIFT, полностью завершили миграцию, обрабатывая 74% глобального объёма трафика [9]. Переход на ISO 20022 позволяет повысить уровень автоматической сквозной обработки транзакций (Straight-Through Processing, STP) на 25–30% за счёт снижения ложноположительных срабатываний при проверке санкций [10].

Количественные характеристики китайской трансграничной межбанковской платёжной системы в первой четверти XXI века. Китайская система CIPS (Cross-Border Interbank Payment System) — международная межбанковская платёжная система для переводов в юанях, запущенная 8 октября 2015 г. под контролем Народного банка Китая (People's Bank of China, PBoC) в рамках государственной стратегии интернационализации юаня и инициативы «Один пояс — один путь». В отличие от SWIFT, CIPS не только передаёт финансовые сообщения, но и проводит клиринг и прямые расчёты между участниками, выступая оптовой международной платёжной системой, специализирующейся на операциях в китайских юанях. По состоянию на ноябрь 2025 г. CIPS насчитывала 190 прямых и 1 567 косвенных участников в 124 странах и регионах мира [11]. Кумулятивный объём обработанных платежей к маю 2025 г. превысил 675 трлн юаней (около 94 трлн долл. США) [12]. В 2024 г. CIPS обработала 8,2 млн транзакций на общую сумму 175,49 трлн юаней (24,47 трлн долл. США), продемонстрировав рост на 24,25% по количеству и 42,6% по объёму по сравнению с 2023 г. [3].

Изменения в Российской системе передачи финансовых сообщений Банка России в первой четверти XXI века. Система передачи финансовых сообщений Банка России (СПФС) создана в 2014 г. как национальная альтернатива SWIFT в ответ на угрозы отключения российских банков от международной системы финансовых сообщений. СПФС обеспечивает передачу финансовых сообщений в форматах, совместимых со SWIFT, что позволяет участникам использовать существующую банковскую инфраструктуру без существенных модификаций. Данное конкурентное преимущество обусловило значительное расширение системы: количество финансовых сообщений выросло в 4 раза за период 2020–2024 гг. [16]. По данным на апрель 2025 г. к СПФС присоединились банки и финансовые институты из 25 стран, включая государства ЕАЭС, СНГ, а также Иран, Индию, Китай, Кубу и ряд других стран [15].

Вместе с тем СПФС имеет ряд ограничений: система поддерживает только сообщения, связанные с платежами (эквивалентные SWIFT-категориям MT1XX — платежи и чеки клиентов, MT2XX — переводы финансовых институтов), тогда как в 2023 г. SWIFT начала переход на новый стандарт ISO 20022; СПФС не обрабатывает сообщения по операциям с ценными бумагами и казначейским операциям; доля международного трафика остаётся незначительной; присоединение иностранных

банков к СПФС создаёт для них риски вторичных санкций со стороны США и ЕС [19].

Отличительные характеристики проекта мультивалютных трансграничных расчётов mBridge в первой четверти XXI века. Проект mBridge (Multiple CBDC Bridge — «Мост цифровой валюты многосторонних центральных банков») — экспериментальная платформа для мультивалютных трансграничных расчётов с использованием цифровых валют центральных банков (Central Bank Digital Currency, CBDC) для поддержки одноранговых трансграничных платежей и валютных операций в режиме реального времени. Применение технологии блокчейна увеличивает прозрачность, безопасность и скорость операций. mBridge разрабатывается под эгидой Инновационного хаба Банка международных расчётов (Bank for International Settlements, BIS, BIS Innovation Hub) при участии центральных банков Китая, Объединённых Арабских Эмиратов, Таиланда, Саудовской Аравии и Гонконга [20]. Техническая архитектура mBridge основана на блокчейне mBridge Ledger, использующем алгоритм консенсуса HotStuff+ с возможностью обработки нескольких тысяч транзакций в секунду. По данным на январь 2026 г. через платформу проведено 7 299 платёжных транзакций и 27 PvP-сделок на общую сумму 55,49 млрд долл. США — более чем в пять раз выше показателей годичной давности (10,3 млрд долл. в конце 2024 г.) [21]. Конкурентные преимущества проекта: расчёты в режиме реального времени (секунды вместо дней), круглосуточная работа (24/7/365), атомарный расчёт (PvP — payment-versus-payment), минимизация контрагентского риска через расчёты в деньгах центрального банка.

Конкурентные позиции платёжной инфраструктуры стейблкоинов в первой четверти XXI века. Стейблкоины — криптовалюты с механизмом стабилизации курса, привязанные к фиатным валютам или иным активам, — превратились в значимый элемент глобальной платёжной инфраструктуры и по ряду показателей составляют конкуренцию традиционным системам трансграничных платежей. Сравнительные характеристики платёжной инфраструктуры стейблкоинов и традиционных трансграничных платежей через корреспондентский банкинг (систему отношений между банками, при которой один банк предоставляет банковские услуги от имени другого через постоянные представительства в разных странах) и систему SWIFT представлены в Таблице 4.

Таблица 4

Сравнение платёжной инфраструктуры стейблкоинов и систем традиционных трансграничных платежей

Характеристика	SWIFT/Корр. банкинг	Стейблкоины
Время расчёта	36–96 часов	3–5 секунд
Стоимость транзакции	6–7% (ремиттансы)	< 0,01 $ (Solana)
Доступность	Рабочие дни, банк. часы	24/7/365
Прозрачность	Ограниченная	Полная (блокчейн)
Регуляторный статус	Устоявшийся	Развивающийся (MiCA, GENIUS)
Рыночная капитализация	н/п	> 280 млрд $ (2025)
Риски	Санкционные, контрагентские	Депеггинг, регуляторные

Источник: составлено по: Understanding Stablecoins // International Monetary Fund. 2025; Shaping the future of payments: Trends and insights for 2026 // Deloitte. 2026; Stablecoins payments infrastructure for modern finance // McKinsey. July 2025.

Сравнение, представленное в Таблице 4, демонстрирует принципиальные различия платёжных инфраструктур по всем ключевым параметрам. Традиционные платежи через корреспондентские счета и SWIFT требуют 36–96 часов и обходятся в 6–7% от суммы ремиттанса, тогда как стейблкоины обеспечивают финальный расчёт за 3–5 секунд с комиссией менее 0,01 долл. США (в высокоскоростной блокчейн-сети Solana третьего поколения с открытым исходным кодом средняя комиссия, взимаемая в токене SOL, меньше цента даже при повышенной нагрузке). Банковская инфраструктура функционирует в рабочие дни и банковские часы при ограниченной прозрачности транзакций, в то время как блокчейн-инфраструктура стейблкоинов работает круглосуточно (24/7/365) с полной прозрачностью всех операций. Регуляторный статус SWIFT устоявшийся, тогда как нормативная база стейблкоинов находится в стадии активного формирования (MiCA в ЕС, GENIUS Act в США). Профиль рисков также различается: для традиционных систем характерны санкционные и контрагентские риски, для стейблкоинов — риски депеггинга (потери привязки к базовому активу) и регуляторная неопределённость.

Совокупная капитализация стейблкоинов к марту 2025 г. достигла 225 млрд долл., превысила 280 млрд долл. в 2025 г. с прогнозом роста до 400 млрд долл. к концу года, а объём транзакций в 2024 г. составил 8,3 трлн долл. [23]. На данном рынке доминируют Tether (USDT, ~65% глобальной платёжной инфраструктуры стейблкоинов), криптовалютный токен компании Tether Limited, обеспечиваемый резервами в долларах США или их эквивалентах, и USD Coin (USDC, ~26%), стейблкоин, обеспеченный долларом США и предназначенный для сохранения стабильной стоимости в 1 доллар. Следует особо подчеркнуть рост институционального интереса к стейблкоинам как инструменту оптимизации казначейских операций и трансграничных расчётов.

Ключевые тенденции трансформации международной платёжной архитектуры

Результаты сравнительного анализа пяти изучаемых платёжных систем в первой четверти XXI века. Сравнительные характеристики пяти изучаемых платёжных систем представлены в Таблице 5.

Таблица 5

Сравнительная характеристика ключевых платёжных систем

Параметр	SWIFT	CIPS	СПФС	mBridge	Стейблкоины
Год запуска	1973/1977	2015	2014	2021 (MVP)	2014 (USDT)
Участники	11 500+ орг.	1 757 (190 прямых)	~570 (25 стран)	5 ЦБ + 31 набл.	Открытый доступ
География	235+ стран	124 страны	25 стран	5 юрисдикций	Глобально
Валюты	Мульти (25+)	CNY	RUB	4 CBDC	USD-привязка
Время расчёта	1–5 дней	Секунды–часы	Часы–дни	Секунды	Секунды
Технология	Централиз. сеть	Централиз. RTGS	Централиз. сеть	Блокчейн (DLT)	Публич. блокчейн
Регуляция	Бельгия/ЕС	КНР (РВС)	РФ (ЦБ РФ)	BIS/участники	MiCA, GENIUS

Источник: составлено по: SWIFT // Wikipedia; Cross-Border Interbank Payment System // Wikipedia; 25 countries join Russia's payment system as an alternative to SWIFT // Middle East Monitor. April 2025; Russia Builds Alternative to SWIFT as Part of Digital Sovereignty Push // Jamestown Foundation. July 2025; mBridge // Wikipedia; Cross-Border Payments Platform Project mBridge Processed $55.49B in Transaction Volume // PYMNTS. January 2026; The State of Stablecoins Part 1 // Bastion. March 2025.

Проведённый сравнительный анализ пяти изучаемых платёжных систем позволил выявить ключевые тенденции трансформации международной платёжной архитектуры, определяющие вектор её развития в среднесрочной перспективе (Таблица 6).

Таблица 6

Ключевые тенденции развития платёжной инфраструктуры

Тенденция	Характеристика	Ожидаемый эффект
1. Переход к ISO 20022	87% HVPS к 2025 г., структурированные XML-данные, поддержка AI	Рост STP на 25–30%, снижение ложных срабатываний AML
2. Instant Payments	FedNow, RTP, UPI, PIX — 87 стран с национальными системами	Рост объёма на 289% к 2030 г. (JPMorgan)
3. Альтернативные коридоры	mBridge, CIPS, СПФС, BRICS Bridge — расчёты вне USD	Снижение зависимости от USD, рост CNY/др. валют
4. Институционализация стейблкоинов	MiCA, GENIUS Act, банковские стейблкоины	Интеграция в TradFi, рост капитализации до 500+ млрд $
5. Геополитическая фрагментация	Санкции, дедолларизация, финансовый суверенитет	Формирование изолированных платёжных кластеров

Источник: составлено по: ISO 20022 in bytes for payments // SWIFT. January 2025; ISO 20022 and the U.S. Payment Transformation // Aspire Systems. April 2025; Real-time payments: Driving disruptive innovation // JPMorgan. March 2025; Central bank digital currency: Further considerations // International Monetary Fund. 2025.

Первая тенденция связана с переходом к структурированным данным и стандарту ISO 20022, который к концу 2025 г. охватывает 87% глобальных высокостоимостных платёжных систем. Обогащённые данные ISO 20022 создают основу для внедрения искусственного интеллекта в обработку платежей, автоматизации санкционного комплаенса и развития агентных систем платежей (Agentic AI). *Вторая* тенденция — расширение систем мгновенных платежей (Instant Payments, Real-Time Payments). В США 20 июля 2023 г. запущен сервис FedNow Федеральной резервной системы, работающий в режиме 24/7/365, в отличие от более старой системы FedACH. FedNow совместно с запущенной в 2017 г. Real-Time Payments (RTP) компании The Clearing House обеспечили мгновенный финальный расчёт. По прогнозам JPMorgan Chase & Co., объём транзакций через системы мгновенных платежей вырастет на 289% с 2023 по 2030 гг.; 87 стран уже внедрили национальные системы (India-UPI — лидер по объёму, Brazil-PIX, Saudi-Sarie, Singapore-FAST).

Третья тенденция — формирование альтернативных платёжных коридоров вне долларовой зоны. Проект mBridge демонстрирует техническую возможность создания параллельных расчётных рельсов на основе CBDC, минуя традиционную корреспондентскую банковскую инфраструктуру; планы БРИКС по созданию платформы BRICS Bridge на технологической базе mBridge свидетельствуют о политической воле к снижению зависимости от западной финансовой инфраструктуры. *Четвёртая* тенденция — институционализация стейблкоинов как элемента платёжной инфраструктуры. Правовую определённость для интеграции создаёт принятие регуляторных рамок (GENIUS Act в США, MiCA в ЕС, Stablecoin Ordinance в Гонконге) в августе 2025 г. По данным компании Fireblocks, специализирующейся на хранении цифровых активов для институциональных клиентов, почти половина финансовых институтов уже используют стейблкоины, а 41% планируют их внедрение.

Пятая тенденция — фрагментация глобальной платёжной системы под воздействием геополитических факторов. Санкционные ограничения и стремление государств к финансовому суверенитету стимулируют развитие национальных и региональных платёжных систем; использование SWIFT как инструмента санкционного давления (отключение российских и иранских банков) создаёт стимулы для государств-мишеней и их партнёров к развитию альтернативных каналов.

Заключение

Проведённое исследование позволило констатировать переход глобальной финансовой инфраструктуры от монополярной модели с доминированием SWIFT к мультиполярной архитектуре с сосуществованием нескольких конкурирующих и взаимодополняющих систем. SWIFT сохраняет лидирующие позиции благодаря масштабу сети (11 500+ институтов в 235+ странах), глубокой интеграции в глобальную финансовую систему и успешному переходу на ISO 20022, однако сталкивается с растущей конкуренцией со стороны региональных систем (CIPS, СПФС), проектов CBDC (mBridge) и частных инфраструктур (стейблкоины).

Ключевыми драйверами трансформации выступают: технологические инновации (распределённый реестр, токенизация, искусственный интеллект, структурированные данные ISO 20022); регуляторные изменения (GENIUS Act, MiCA, национальные законы о CBDC и стейблкоинах); геополитические факторы (санкции, стремление к финансовому суверенитету, дедолларизация); экономические стимулы (снижение издержек, ускорение расчётов, повышение прозрачности). Конвергенция данных факторов создаёт предпосылки для фундаментальной перестройки архитектуры международных платежей в горизонте 5–10 лет.

Формирование многополярной платёжной архитектуры несёт как возможности, так и риски. С одной стороны, конкуренция между системами стимулирует инновации, снижение издержек и повышение скорости расчётов. С другой стороны, фрагментация может привести к росту транзакционных издержек, снижению эффективности глобальной торговли и усилению геополитической напряжённости. Баланс между этими тенденциями будет определяться способностью международного сообщества обеспечить интероперабельность различных платёжных систем при сохранении их функциональной автономии.

Литература

1. Starting the ISO 20022 countdown: The clock is ticking, but is the industry ready? // Finastra. February 2025. URL: https://www.finastra.com/viewpoints/articles/starting-iso-20022-countdown-clock-ticking-industry-ready (дата обращения: 21.01.2026).
2. ISO 20022 in bytes for payments: Maintaining the momentum in 2025 // SWIFT. January 2025. URL: https://www.swift.com/news-events/news/iso-20022-bytes-payments-maintaining-momentum-2025 (дата обращения: 21.01.2026).
3. Cross-Border Interbank Payment System // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-Border_Interbank_Payment_System (дата обращения: 21.01.2026).
4. Stablecoins on the rise: still small in the euro area, but spillover risks loom // European Central Bank Financial Stability Review. November 2025.
5. SWIFT // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/SWIFT (дата обращения: 21.01.2026).
6. U.S. Dollar Dominates Global Payment Network SWIFT // Voronoi App. October 2024. URL: https://www.voronoiapp.com/economy/US-Dollar-Dominates-Global-Payment-Network-SWIFT-2548 (дата обращения: 21.01.2026).
7. SWIFT Cross-Border Payments Migration to ISO 20022 Benefits // Bank of America. URL: https://business.bofa.com/en-us/content/swift-iso-20022-benefits.html (дата обращения: 21.01.2026).
8. Homepage // SWIFT. URL: https://www.swift.com/homepage (дата обращения: 21.01.2026).
9. ISO 20022 for Financial Institutions: Focus on payments instructions // SWIFT. URL: https://www.swift.com/standards/iso-20022 (дата обращения: 21.01.2026).
10. ISO 20022 November 2025 Deadline: What Banks Must Do Now // Evon Systems. URL: https://www.evontech.com/iso-20022-2025-deadline.html (дата обращения: 21.01.2026).
11. What Is CIPS? A Guide to China's Cross-Border Payment System // Statrys. November 2025. URL: https://statrys.com/blog/what-is-cips (дата обращения: 21.01.2026).
12. CIPS Improves China Cross Border Functionalities With New Partnerships Across MEA and Asia // The Fintech Times. June 2025. URL: https://thefintechtimes.com/cips-china-cross-border-mea-asia/ (дата обращения: 21.01.2026).
13. Is China's cross-border payments network on the rise? // FXC Intelligence. October 2025. URL: https://www.fxcintel.com/research/reports/cips-china-cross-border (дата обращения: 21.01.2026).
14. PBC to enhance cross-border yuan payment // Global Times. October 2025. URL: https://www.globaltimes.cn/page/pbc-cross-border-yuan-payment.html (дата обращения: 21.01.2026).
15. 25 countries join Russia's payment system as an alternative to SWIFT // Middle East Monitor. April 2025. URL: https://www.middleeastmonitor.com/20250408-25-countries-join-russia-spfs/ (дата обращения: 21.01.2026).
16. Russia Builds Alternative to SWIFT as Part of Digital Sovereignty Push // Jamestown Foundation. July 2025. URL: https://jamestown.org/program/russia-spfs-digital-sovereignty-2025 (дата обращения: 21.01.2026).
17. СПФС // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/СПФС (дата обращения: 21.01.2026).
18. SPFS // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/SPFS (дата обращения: 21.01.2026).
19. Sanctions Risks for Foreign Financial Institutions That Join Russian Financial Messaging System SPFS // Lewis Brisbois. February 2025. URL: https://lewisbrisbois.com/newsroom/legal-alerts/sanctions-risks-spfs (дата обращения: 21.01.2026).
20. mBridge // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/MBridge (дата обращения: 21.01.2026).

Change of the world payment system format: from swift to decentralized architecture

Kruk D.M., Belova Ly.G.
Lomonosov Moscow State University

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article presents the results of a study of changes in the global payment system format in the first quarter of the 21st century. A comparative analysis of key international payment systems is carried out in the context of global financial architecture transformation: the traditional Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication (SWIFT) and the new ISO 20022 messaging standard; the Chinese Cross-Border Interbank Payment System (CIPS); the Russian Financial Messaging System of the Bank of Russia (SPFS); the multi-CBDC mBridge project; and stablecoins as alternative payment instruments. The methodological basis of the study is a systems approach and comparative analysis. The study identifies key trends in the development of global payment infrastructure, including the transition to structured data, the expansion of instant payment systems, the development of alternative payment corridors, and the implementation of distributed ledger technologies. Factors contributing to fragmentation of the global payment system are identified, including geopolitical tensions and states' desire for financial sovereignty. A conclusion is drawn regarding the emergence of a multipolar international payments architecture with the coexistence of several competing systems.

Keywords: payment systems, SWIFT, ISO 20022, CIPS, SPFS, mBridge, stablecoins, cross-border payments, financial infrastructure, central bank digital currencies.

References

1. Starting the ISO 20022 countdown: The clock is ticking, but is the indus-try ready? //Finastra. February 2025. URL: https://www.finastra.com/viewpoints/articles/starting-iso-20022-countdown-clock-ticking-industry-ready (access date: 01/21/2026).
2. ISO 20022 in bytes for payments: Maintaining the momentum in 2025 // SWIFT. January 2025. URL: https://www.swift.com/news-events/news/iso-20022-bytes-payments-maintaining-momentum-2025 (access date: 01/21/2026).
3. Cross-Border Interbank Payment System // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-Border_Interbank_Payment_System (accessed: 21.01.2026).
4. Stablecoins on the rise: still small in the euro area, but spillover risks loom // European Central Bank Financial Stability Review. November 2025.
5. SWIFT // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/SWIFT (accessed: 21.01.2026).
6. U.S. Dollar Dominates Global Payment Network SWIFT // Voronoi App. October 2024. URL: https://www.voronoiapp.com/economy/US-Dollar-Dominates-Global-Payment-Network-SWIFT-2548 (accessed: 21.01.2026).
7. SWIFT Cross-Border Payments Migration to ISO 20022 Benefits // Bank of America. URL: https://business.bofa.com/en-us/content/swift-iso-20022-benefits.html (accessed: 21.01.2026).
8. Homepage // SWIFT. URL: https://www.swift.com/homepage (accessed: 21.01.2026).
9. ISO 20022 for Financial Institutions: Focus on payments instructions // SWIFT. URL: https://www.swift.com/standards/iso-20022 (accessed: 21.01.2026).

Поведенческие предпосылки инфляционных ожиданий

Ливанова Римма Вениаминовна
к.э.н., доцент, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, livanova@rgau-msha.ru,

Тарчоков Салим Казбекович
к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики, МИРЭА - Российский технологический университет, salim1902@mail.ru,

Кепа Юрий Никитович
доцент, доцент Высшей школы дизайна, Российский государственный университет туризма и сервиса, yurchik05@yandex.ru

В современной экономической науке наблюдается устойчивый сдвиг от модели рациональных агентов к признанию ограниченной рациональности участников рынка. При этом инфляционные ожидания, долгое время рассматривавшиеся как производная от объективных макроэкономических индикаторов, все чаще интерпретируются сквозь призму поведенческих факторов. Статья посвящена анализу поведенческих предпосылок, лежащих в основе формирования инфляционных ожиданий домохозяйств и предпринимателей. Рассматриваются такие когнитивные механизмы, как эвристика доступности, эффект якорения, чрезмерное влияние недавних ценовых шоков, а также феномен гетерогенности ожиданий в зависимости от социально-демографических характеристик. На основе обобщения результатов эмпирических исследований демонстрируется, что инфляционные ожидания часто отрываются от официальной статистики и формируются под воздействием личного покупательского опыта, медийного фона и доверия к институтам. Отдельное внимание уделяется практическим последствиям для денежно-кредитной политики, т.е. традиционные инструменты регулятора могут оказаться недостаточно эффективными, если не учитывать поведенческие искажения. Предлагаются направления корректировки коммуникационной стратегии центральных банков с опорой на поведенческий подход.
Ключевые слова: инфляционные ожидания, поведенческая экономика, эвристики, когнитивные искажения, денежно-кредитная политика, инфляция, население, опросы, неопределенность, адаптивные ожидания.

Введение

Проблема управления инфляционными ожиданиями вышла на передний план монетарной политики большинства стран, перешедших к режиму таргетирования инфляции. При этом центральные банки уже не ограничиваются контролем над денежной массой и процентными ставками. Однако многолетняя практика показывает, что население и бизнес зачастую игнорируют официальные заявления регуляторов, формируя собственные, порой далекие от реальности, ожидания. В России, по данным опросов, медианные инфляционные ожидания устойчиво превышают фактические значения, что создает дополнительное инфляционное давление через механизм самосбывающихся пророчеств.

Актуальность темы обусловлена тем, что поведенческие предпосылки остаются недооцененными в стандартных макроэкономических моделях, хотя именно они во многом объясняют инерционность и гетерогенность ожиданий.

Обзор литературы по проблеме инфляционных ожиданий позволяет выделить несколько ключевых направлений. Традиционный подход, восходящий к гипотезе рациональных ожиданий, предполагает, что агенты используют всю доступную информацию и не совершают систематических ошибок. Однако эмпирические данные опровергают данную гипотезу.

Б.Ш. Алимова и Ш.Е. Оразгалиева подчеркивают, что инфляция оказывает неоднородное влияние на различные социальные группы, и восприятие инфляции населением часто опирается на частотность покупок товаров первой необходимости, а не на общий индекс потребительских цен [2]. Данный феномен указывает на действие эвристики доступности, т.е. чем чаще агент сталкивается с ростом цен на повседневные товары (хлеб, молоко, бензин), тем более высокой он оценивает общую инфляцию, даже если статистика демонстрирует умеренный рост.

В свою очередь, И.А. Белоглазова, А.А. Кориков и К.П. Юрченко акцентируют внимание на экспериментальных оценках восприятия инфляции. Авторы показывают, что население склонно переоценивать текущий рост цен из-за эффекта «памяти о шоках», т.е. резкие повышения цен на отдельные категории товаров запоминаются надолго и служат якорем для последующих оценок [3].

Данный поведенческий механизм практически не учитывается в стандартных моделях адаптивных ожиданий, где прошлая инфляция взвешивается равномерно. И.Н. Гуров и его коллеги, анализируя данные общероссийского опроса, выявили, что неопределенность инфляционных ожиданий коррелирует с уровнем доверия к центральному банку и с частотой потребления новостей [4]. Чем чаще респондент смотрит телевизор или читает экономические новости, тем выше вариативность его прогнозов – эффект, который можно интерпретировать как влияние медийного шума.

Другой важный аспект, отмеченный М.А. Калачевым и Т.С. Лебедевой, связан с тем, что инфляционные ожидания выполняют не только экономическую, но и социально-психологическую функцию, т.е. они служат индикатором справедливости распределения доходов [6]. Когда население ожидает высокую инфляцию, оно одновременно выражает недоверие к государственной политике.

Е.А. Мамистова, О.А. Федотова и А.Б. Ефимов добавляют, что специфика российских инфляционных процессов (волатильность курса, санкционные шоки, монополизация ряда рынков) порождает у агентов особый тип ожиданий — «инфляционную настороженность», которая не исчезает даже после периода низкого роста цен [8].

Наконец, Д.И. Рамазанов проводит сравнительный анализ двух парадигм: неоклассической (экономикс) и политической экономии. Он утверждает, что первые игнорируют властные и институциональные факторы, тогда как вторые, напротив, абсолютизируют роль классовых противоречий [12]. При этом поведенческий подход, по мнению автора, может стать мостом между данными крайностями, так как учитывает и индивидуальную психологию, и социальный контекст.

Цель статьи заключается в выявлении и систематизации ключевых поведенческих факторов, влияющих на формирование инфляционных ожиданий населения, а также в оценке их значимости для корректировки коммуникационной политики центрального банка. В рамках данной цели решаются следующие задачи: 1) выделение основных когнитивных искажений (эвристика доступности, эффект якорения, чрезмерная реакция на недавние шоки); 2) анализ гетерогенности ожиданий в зависимости от доходов, возраста и медиа-предпочтений; 3) формулирование рекомендаций по поведенчески обоснованной коммуникации регулятора.

Эмпирической базой для настоящей работы послужили результаты общероссийских опросов населения, а также данные мониторинга инфляционных ожиданий, представленные в научных статьях. Кроме того, использовались материалы экспериментальных исследований, где применялись методы контролируемого лабораторного эксперимента для выявления эффекта якорения. При этом методологическая основа работы сочетает элементы поведенческой экономики (теория перспектив Канемана и Тверски, концепция ограниченной рациональности) и классического эконометрического анализа панельных данных.

Анализ проводился в несколько этапов. На первом этапе были выделены основные типы поведенческих шаблонов: адаптивные ожидания (экстраполяция прошлых значений), эвристические правила (частотность покупок, якорение на шоках), а также социально-психологические факторы (доверие к регулятору, влияние социальных сетей). На втором этапе произведена сравнительная оценка того, насколько каждый из данных факторов объясняет отклонение медианных опросных ожиданий от прогнозов, полученных на основе модели рациональных ожиданий. Для всего этого применялся метод контент-анализа формулировок вопросов в опросных листах.

Третий этап заключался в синтезе полученных выводов в виде рекомендаций для денежно-кредитной политики. Следует подчеркнуть, что данное исследование носит преимущественно теоретико-обзорный характер с элементами вторичного анализа данных, поэтому количественные оценки носят иллюстративный характер. Тем не менее, даже без построения собственной эконометрической модели, сопоставление результатов разных авторов позволяет выявить устойчивые поведенческие закономерности.

Основная часть

Первый значимый результат касается действия эвристики доступности [9, 10, 13, 14]. Анализ ответов респондентов показывает, что оценка текущей инфляции почти всегда выше фактической, причем разрыв максимален для групп населения, совершающих частые мелкие покупки (пенсионеры, люди с низкими доходами). Причина — в психологической важности роста цен на продукты питания и коммунальные услуги, т.е. данные расходы составляют большую долю в бюджете бедных слоев и происходят ежедневно, тогда как снижение цен на технику или одежду (если оно происходит) остается незамеченным.

Как справедливо отмечают Б.Ш. Алимова и Ш.Е. Оразгалиева, данный перекос в восприятии ведет к тому, что борьба с инфляцией через повышение ключевой ставки оценивается населением как недостаточно эффективная, поскольку ставка не снижает цены на хлеб и молоко [2].

Второй результат – подтверждение эффекта якорения на примере шоков прошлого. И.А. Белоглазова, А.А. Кориков и К.П. Юрченко экспериментально показали, что если респонденту напомнить о резком скачке цен, то его прогноз инфляции на следующий год возрастает в среднем на 2-3 процентных пункта по сравнению с контрольной группой, которой не напоминали [3].

Данный эффект сохраняется даже тогда, когда респонденту сообщают объективные данные о текущей низкой инфляции [1, 7, 16]. Следовательно, прошлые травматичные события формируют «якорь», который трудно сместить рациональной аргументацией. Для центральных банков это означает, что стандартная фраза «инфляция вернется к цели» без работы с эмоциональной памятью населения не сработает.

Третий вывод касается роли неопределенности и медиа-потребления. И.Н. Гуров и др. установили, что чем чаще человек смотрит новости по телевизору, тем выше разброс его инфляционных ожиданий (измеренный через доверительные интервалы прогнозов) [4]. Парадоксальным образом, больше информации не ведет к большей точности — наоборот, она создает когнитивный шум. Особенно сильно данный факт проявляется в периоды геополитической турбулентности, когда новостной фон насыщен противоречивыми сообщениями. В таких условиях люди склонны прибегать к простым правилам: «раз говорят о кризисе, значит цены вырастут».

Дополнительно М.А. Калачев и Т.С. Лебедева указывают, что недоверие к официальной статистике (например, обвинения Росстата в занижении инфляции) работает как самостоятельный драйвер повышения ожиданий [6]. Когда институт не пользуется доверием, то любой его сигнал либо игнорируется, либо интерпретируется противоположным образом.

Четвертый результат - гетерогенность ожиданий в зависимости от возраста и образования [5, 11, 15]. Молодые люди (до 35 лет), выросшие в период относительно стабильной инфляции 2017–2019 годов, демонстрируют более низкие и более стабильные ожидания по сравнению с поколением 50+, пережившим дефолт 1998 года и кризисы 2008 и 2014 годов. Данное наблюдение подтверждает гипотезу о том, что инфляционные ожидания — это, по сути, накопленный психологический капитал, который не обнуляется при смене макроэкономического режима.

Е.А. Мамистова, О.А. Федотова и А.Б. Ефимов добавляют, что специфика России приводит к тому, что население начинает следить за курсом доллара как за простым и понятным индикатором [8]. При этом даже временное ослабление рубля закрепляется в ожиданиях как сигнал долгосрочного роста цен, что является типичным когнитивным искажением (фундаментальная ошибка атрибуции — приписывание временному явлению постоянного характера).

Наконец, сравнение поведенческого подхода с неоклассическим, проведенное Д.И. Рамазановым, показывает, что модели с ограниченной рациональностью лучше предсказывают опросные данные, чем модели рациональных ожиданий [12]. Однако сам поведенческий подход пока страдает фрагментарностью, т.е. существует множество описанных искажений (эффект владения, неприятие потерь, излишний оптимизм), но нет единой интегральной теории, которая бы предсказывала, какое именно искажение активируется в конкретной макроэкономической ситуации. Тем не менее, для практической монетарной политики этого уже достаточно, чтобы скорректировать коммуникацию.

Выводы

Проведенное исследование позволяет утверждать, что поведенческие предпосылки играют доминирующую роль в формировании инфляционных ожиданий населения, часто перевешивая объективную макроэкономическую информацию. При этом эвристика доступности заставляет людей судить об общей инфляции по ценам на часто покупаемые товары, эффект якорения привязывает ожидания к прошлым шокам, а высокий уровень неопределенности и недоверия к институтам усиливает волатильность прогнозов. Кроме того, данные механизмы действуют не по отдельности, а в комплексе, создавая устойчивый феномен «инфляционной настороженности», который не исчезает даже после длительного периода ценовой стабильности.

С практической точки зрения, центральным банкам необходимо дополнить традиционный инструментарий (публикация отчетов, пресс-конференции) мерами, основанными на поведенческой экономике. Например, вместо абстрактных заявлений о возвращении инфляции к цели следует использовать конкретные, эмоционально окрашенные примеры снижения цен на социально значимые товары.

Эффект якорения можно попытаться обратить вспять, регулярно напоминая населению о периодах низкой инфляции (создание позитивного якоря). Кроме того, необходимо сегментировать аудиторию, т.е. для пожилых людей, которые больше доверяют телевидению, использовать наглядные инфографики и повторяющиеся простые послания; для молодых – каналы в социальных сетях с элементами геймификации (например, конкурсы точных прогнозов).

В то же время игнорирование поведенческих факторов, как показывает опыт последних лет, приводит к тому, что даже жесткая денежно-кредитная политика не снижает ожидаемую инфляцию, т.е. люди просто считают, что регулятор «не справляется», и закладывают рост цен в свои потребительские решения.

В перспективе дальнейших исследований необходимо разработать количественную модель, которая бы интегрировала наиболее значимые когнитивные искажения в формализованное описание формирования ожиданий. Также важно провести полевые эксперименты в российских регионах для проверки эффективности альтернативных коммуникационных стратегий, например, сравнение воздействия текстовых предупреждений, видеообращений и интерактивных калькуляторов личной инфляции. Только сочетание поведенческой теории и эмпирического тестирования позволит сделать монетарную политику по-настоящему адаптированной к ограниченной рациональности реальных людей.

Литература

1. Авилова, Н.Л. Развитие гостиничного бизнеса в системе региональной экономической инфраструктуры [Текст] / Н.Л. Авилова, О.Е. Лебедева // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 12-3 (89). – С. 290-293.

2. Алимова, Б.Ш. Влияние инфляции на уровень жизни населения и способы её регулирования [Текст] / Б.Ш. Алимова, Ш.Е. Оразгалиева // Приднепровский научный вестник. – 2025. – Т. 2. – № 5. – С. 25-32.

3. Белоглазова, И.А. Инфляционные ожидания и восприятие инфляции населением: экспериментальные оценки и возможности для коммуникационной политики Центрального банка [Текст] / И.А. Белоглазова, А.А. Кориков, К.П. Юрченко // Journal of New Economy. – 2025. – Т. 26. – № 1. – С. 50-68.

4. Гуров, И.Н. Детерминанты неопределенности инфляционных ожиданий (по результатам общероссийского опроса) [Текст] / И.Н. Гуров, Д.А. Елицур, В.Е. Зуев, Ю.И. Кротова, Е.А. Островская, Г.И. Пеникас // Вопросы экономики. – 2025. – № 6. – С. 63-93.

5. Завалько, Н.А. Цифровая экономика и ее влияние на государственное и муниципальное управление [Текст] / Н.А. Завалько, О.Е. Матюнина, В.О. Кожина, А.А. Соколов, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2018. – № 11 (100). – С. 101-104.

6. Калачев, М.А. Инфляция и ее влияние на национальную экономику [Текст] / М.А. Калачев, Т.С. Лебедева // Человек. Социум. Общество. – 2025. – № S6. – С. 202-208.

7. Кожина, В.О. Совершенствование управления стратегическими перспективами на предприятиях [Текст] / В.О. Кожина, К.А. Лебедев, О.Е. Лебедева, О.В. Маркова // Вестник Московского Международного Университета. – 2018. – № 1 (1). – С. 78-83.

8. Мамистова, Е.А. Специфика инфляционных процессов в России на современном этапе [Текст] / Е.А. Мамистова, О.А. Федотова, А.Б. Ефимов // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 2 (175). – С. 112-115.

9. Матюнина, О.Е. Совершенствование финансирования инновационного развития промышленных предприятий [Текст] / О.Е. Матюнина, В.О. Кожина, А.Г. Жакевич, Н.А. Завалько, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 12-1 (77). – С. 934-938.

10. Овчинникова, Н.В. Совершенствование системы управления туристским предприятием в условиях кризиса [Текст] / Н.В. Овчинникова, С.А. Овчинников, О.Е. Лебедева, Е.Г. Масленникова, М.М. Истомина // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 1 (126). – С. 754-757.

11. Овчинникова, Н.В. Концептуальные подходы к стратегическому управлению предприятием [Текст] / Н.В. Овчинникова, С.А. Овчинников, О.Е. Лебедева // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 2-2. – С. 244-248.

12. Рамазанов, Д.И. Сравнительный анализ инфляции в рамках экономикса и политической экономии [Текст] / Д.И. Рамазанов // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. – 2025. – № 1 (63). – С. 14-19.

13. Тихонова, О.Ю. Положительные и отрицательные аспекты инфляции [Текст] / О.Ю. Тихонова, Е.Ю. Титоренко // Научное обозрение. Экономические науки. – 2025. – № 1. – С. 30-35.

14. Фетисов, В.Д. Реалии и тайны современной российской инфляции [Текст] / В.Д. Фетисов // Экономика и предпринимательство. – 2025. – № 3 (176). – С. 179-184.

15. Федулин, А.А. Оптимизация внутрикластерных отношений в туристической сфере [Текст] / А.А. Федулин, К.А. Лебедев, О.Е. Лебедева // Актуальные проблемы экономики. – 2017. – Т. 187. – № 1. – С. 383-388.

16. Юдашкина, Е.Е. Стратегическое планирование социально-экономических процессов на основе когнитивного подхода [Текст] / Е.Е. Юдашкина, А.Л. Никазаченко, К.А. Лебедев // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 8-2 (85). – С. 1062-1065.

Behavioral determinants of inflation expectations: theoretical and empirical aspects

Livanova R.V., Tarchokov S.K., Kepa Yu.N.
MIREA - Russian Technological University, Russian State University of Tourism and Service

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

In modern economics, there is a steady shift from the model of rational agents to the recognition of the limited rationality of market participants. At the same time, inflation expectations, which have long been considered as a derivative of objective macroeconomic indicators, are increasingly interpreted through the prism of behavioral factors. The article is devoted to the analysis of the behavioral prerequisites underlying the formation of inflation expectations of households and entrepreneurs. Cognitive mechanisms such as accessibility heuristics, anchoring effect, excessive impact of recent price shocks, as well as the phenomenon of heterogeneity of expectations depending on socio-demographic characteristics are considered. Based on the generalization of empirical research results, it is demonstrated that inflation expectations often break away from official statistics and are formed under the influence of personal purchasing experience, media background and trust in institutions. Special attention is paid to the practical implications for monetary policy, i.e. Traditional regulatory tools may not be effective enough if behavioral distortions are not taken into account. The directions of adjusting the communication strategy of central banks based on a behavioral approach are proposed.

Keywords: inflationary expectations, behavioral economics, heuristics, cognitive distortions, monetary policy, inflation, population, surveys, uncertainty, adaptive expectations.

References

1. Avilova, N.L. Development of hotel business in the system of regional economic infrastructure [Text] / N.L. Avilova, O.E. Lebedeva // Economics and Entrepreneurship. – 2017. – No. 12-3 (89). – P. 290-293.
2. Alimova, B.Sh. The impact of inflation on the population's living standards and ways to regulate it [Text] / B.Sh. Alimova, Sh.E. Orazgalieva // Dnieper Scientific Bulletin. – 2025. – Vol. 2. – No. 5. – P. 25-32.
3. Beloglazova, I.A. Inflation expectations and public perception of inflation: experimental estimates and opportunities for the communication policy of the Central Bank [Text] / I.A. Beloglazova, A.A. Korikov, K.P. Yurchenko // Journal of New Economy. – 2025. – Vol. 26. – No. 1. – P. 50-68.
4. Gurov, I.N. Determinants of uncertainty in inflation expectations (based on the results of a Russian nationwide survey) [Text] / I.N. Gurov, D.A. Elitsur, V.E. Zuev, Yu.I. Krotova, E.A. Ostrovskaya, G.I. Penikas // Issues of Economics. – 2025. – No. 6. – P. 63-93.
5. Zavalko, N.A. Digital economy and its impact on state and municipal governance [Text] / N.A. Zavalko, O.E. Matyunina, V.O. Kozhina, A.A. Sokolov, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2018. – No. 11 (100). – P. 101-104.
6. Kalachev, M.A. Inflation and its impact on the national economy [Text] / M.A. Kalachev, T.S. Lebedeva // Human. Society. Community. – 2025. – No. S6. – P. 202-208.
7. Kozhina, V.O. Improving the management of strategic prospects at enterprises [Text] / V.O. Kozhina, K.A. Lebedev, O.E. Lebedeva, O.V. Markova // Bulletin of Moscow International University. – 2018. – No. 1 (1). – P. 78-83.
8. Mamistova, E.A. Specifics of inflationary processes in Russia at the current stage [Text] / E.A. Mamistova, O.A. Fedotova, A.B. Efimov // Economics and Entrepreneurship. – 2025. – No. 2 (175). – P. 112-115.
9. Matyunina, O.E. Improving the financing of innovative development of industrial enterprises [Text] / O.E. Matyunina, V.O. Kozhina, A.G. Zhakevich, N.A. Zavalko, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2016. – No. 12-1 (77). – P. 934-938.
10. Ovchinnikova, N.V. Improving the management system of a tourism enterprise in a crisis [Text] / N.V. Ovchinnikova, S.A. Ovchinnikov, O.E. Lebedeva, E.G. Maslennikova, M.M. Istomina // Economics and Entrepreneurship. – 2021. – No. 1 (126). – P. 754-757.
11. Ovchinnikova, N.V. Conceptual approaches to strategic enterprise management [Text] / N.V. Ovchinnikova, S.A. Ovchinnikov, O.E. Lebedeva // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2025. – No. 2-2. – P. 244-248.
12. Ramazanov, D.I. Comparative analysis of inflation within the framework of economics and political economy [Text] / D.I. Ramazanov // Bulletin of Ivanovo State University. Series: Economics. – 2025. – No. 1 (63). – P. 14-19.
13. Tikhonova, O.Yu. Positive and negative aspects of inflation [Text] / O.Yu. Tikhonova, E.Yu. Titorenko // Scientific Review. Economic Sciences. – 2025. – No. 1. – P. 30-35.
14. Fetisov, V.D. Realities and secrets of modern Russian inflation [Text] / V.D. Fetisov // Economics and Entrepreneurship. – 2025. – No. 3 (176). – P. 179-184.
15. Fedulin, A.A. Optimization of intra-cluster relations in the tourism sector [Text] / A.A. Fedulin, K.A. Lebedev, O.E. Lebedeva // Current Problems of Economics. – 2017. – Vol. 187. – No. 1. – P. 383-388.
16. Yudashkina, E.E. Strategic planning of socio-economic processes based on a cognitive approach [Text] / E.E. Yudashkina, A.L. Nikazachenko, K.A. Lebedev // Economics and Entrepreneurship. – 2017. – No. 8-2 (85). – P. 1062-1065.

Информационно-алгоритмический анализ в отслеживании тренда и оценки ценных бумаг

Майоров Евгений Евгеньевич
канд. техн. наук, доцент Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП), majorov_ee@mail.ru

В работе проведено исследование информационно-алгоритмического анализа в отслеживании тренда и оценки ценных бумаг. Современный информационно-алгоритмический анализ тесно связан с цифровизацией экономики в целом. Тренды и их графическое представление (трендовые линии и каналы) значимы для фондовых рынков, поэтому работа актуальна. В статье приведен индикатор отслеживания – скользящее среднее, который рассчитывается как среднее арифметическое цен закрытия за определенное количество периодов. Рассмотрена основная функция индикатора схождение-расхождение скользящих средних - выявление расхождений между индикатором и ценой, что сигнализирует о потенциальном развороте тренда. Для оценки волатильности применены специализированные индикаторы: полосы Боллинджера и средний истинный диапазон. Получена комбинация экспоненциального скользящего среднего и схождение-расхождение скользящих средних, которая позволила зафиксировать два довольно сильных сигнала (первый – медвежий, а второй – бычий).
Ключевые слова: инструменты, тренд, анализ, акции, фондовый рынок, индикаторы, методология, образец.

Введение

Истоки информационно-алгоритмического анализа (ИАА) в экономической деятельности идут от метода свечных графиков [1]. Этот метод был упомянут в работах Мунэхиса Хомма. Мунэхис Хомм выявил, что цены на рынке зависят не только от спроса и предложения, но и от психологического состояния участников рынка [2]. В основе его методологии лежал метод идентификации образцов, шаблонов. Например, образец «молот» отвечал за разворот тренда, а образец «поглощение» - за подтверждения смены направления [1, 2]. Дальнейшая популяция метода свечных графиков получила в работах Стива Нисона, где он применил его для западных инвесторов.

С развитием финансовых институтов, в частности, фондовых рынков, ИАА стал основным инструментом отслеживания тренда ценных бумаг и оценочной интерпретации волатильности бумаг [3]. Появилась возможность находить закономерности и тенденции на ценовых графиках, которые показывали коллективное поведение рынка и его участников [4].

С появлением статей Чарльза Доу по финансовой аналитике ИАА претерпел коренные изменения. Согласно теории Чарльза Доу, на рынке учитываются любые события, т.е. ожидание основополагающих новостей отражаются на ценах [5]. Спрос на акции может меняться до появления информации, после чего сама новость не влияет на изменение цены. Он охарактеризовал тренд, выделив три фазы. Первая – показатель основного направления рынка может длиться годами. Вторая – корректировка внутри первичной фазы (два месяца). Третья – распределение активов между теми, кто не успел поучаствовать в самом тренде [6]. Исследования Чарльза Доу показали, что существует корреляция по индексам в тренде, а также истинность тренда зависит от объемов торгов. Эта теория стала основной для ИАА и определила концепцию развития его.

Целью работы состояла в изучении информационно-алгоритмического анализа применительно к тренду и оцениванию ценных бумаг.

Постановка задачи

Исследовать инструменты и индикаторы информационно-алгоритмического анализа и оценить волатильности ценных бумаг.

Основные инструменты и индикаторы информационно-алгоритмического анализа

Современный ИАА тесно связан с цифровизацией экономики в целом. Тренды и их графическое представление (трендовые линии и каналы) значимы для фондовых рынков. Трендовая линия представляет собой прямую, соединяющую последовательные максимумы или минимумы цен, указывающую на направление движения. Канал, в свою очередь, формируется двумя параллельными трендовыми линиями, между которыми колеблется цена, что визуализирует границы возможного диапазона.

Современными инструментами ИАА принято называть графические зависимости, а индикаторами – образцы (шаблоны) и алгоритмы. Образцы и алгоритмы служат для интерпретации результатов анализа или разработки торговых стратегий. Данный вид анализа фокусируется на исторических образцах цен для прогнозирования будущих тенденций, а также на выявление причинных факторов движения рынка. Среди основных типов графиков выделяются: линейный (соединяет точки закрытия цены за определенной промежуток), баровый (набор баров, или же вертикальных линий с горизонтальными черточками, где верхняя точка бара – максимум, нижняя - минимум, а черточки – цены открытия и закрытия) и свечной, основанный на отображении в виде свечей, которые сигнализируют о минимумах/максимумах и цене открытия/закрытия.

В качестве одного из индикаторов отслеживания используются скользящие средние (Moving Averages). Простая скользящая средняя (SMA) рассчитывается как среднее арифметическое цен закрытия за определенное количество периодов. Она также имеет несколько разновидностей, такие как экспоненциальная скользящая средняя (EMA), сглаженная скользящая средняя (SMMA), а также линейно-взвешенная скользящая средняя (LWMA). Широко применяемая стратегия — «конверты скользящих средних» — предполагает построение двух линий (конвертов) на фиксированном проценте (обычно 2–5%) выше и ниже SMA (типично за 20…30 периодов). Если цена выходит за верхний конверт, это интерпретируется как сигнал перекупленности и потенциальной продажи; выход за нижний — как перепроданности и возможности

покупки. Такая методика позволяет идентифицировать экстремальные отклонения от среднего тренда.

На рисунке 1 приведена SMA цены акции компании AMD.

Рис. 1 SMA цены акции компании AMD

Индикатор – схождение-расхождение скользящих средних (MACD). MACD состоит из основной линии (разность между EMA с периодами 12 и 26) и сигнальной линии (EMA с периодом 9 по основной линии MACD), а также гистограммы, отражающей разницу между ними. Основная функция индикатора - выявление расхождений между MACD и ценой, что сигнализирует о потенциальном развороте тренда (смене направления движения цены). Кроме того, пересечения линий MACD используются для генерации сигналов: пересечение основной линии сигнальной снизу-вверх указывает на восходящий импульс и возможность покупки, а сверху вниз - на нисходящий и продажу.

На рисунке 2 показана реализация MACD для акций компании AMD.

Рис. 2 Реализация MACD для акций компании AMD

Использование информационно-алгоритмического анализа для оценки волатильности ценных бумаг

Для оценки волатильности применяются специализированные индикаторы: полосы Боллинджера (BB) и средний истинный диапазон (ATR). BB остаются универсальным инструментом благодаря своей простоте и адаптивности. В основе лежат уже разобранная простая скользящая средняя, а также две линии среднеквадратичного (стандартного) отклонения. В результате выходит ценовой канал, у которого расстояние от средней линии до границ и между ними зависит от волатильности графика. Расстояние между полосами напрямую отражает уровень волатильности: при высокой волатильности (например, во время новостных событий или рыночных кризисов) стандартное отклонение увеличивается, и полосы расширяются, образуя широкий канал. Это сигнализирует о повышенном риске и потенциальных резких движениях цены, что полезно для трейдеров. Напротив, при низкой волатильности полосы сужаются (данное явление называется «сжатием Боллинджера»), указывая на период консолидации и затишья на рынке, что часто предшествует прорыву и всплеску волатильности. На рис. 3 показаны BB для цены акций компании NVIDIA.

Рис. 3 BB для цены акций компании NVIDIA

Средний истинный диапазон (ATR) является одним из наиболее точных и широко используемых индикаторов для прямого измерения волатильности. В отличие от полос Боллинджера, которые визуализируют волатильность через ценовой канал, ATR предоставляет числовое значение, выраженное в единицах цены актива (например, в долларах для акций или пунктах для валют), что делает его универсальным инструментом для оценки риска и адаптации стратегий. Для его расчета необходимо выбрать так называемый «истинный диапазон» из трёх вариаций диапазона: разность между текущими максимумом и минимумом; разность между текущим максимумом и предыдущей ценой закрытия (абсолютная величина); разность между текущим минимумом и предыдущей ценой закрытия (абсолютная величина). Затем ATR рассчитывается как сглаженное среднее значение TR за n периодов (стандартно берется период в 14 дней), используя экспоненциальную скользящую среднюю (EMA) для большей отзывчивости к недавним данным. С точки зрения оценки волатильности, ATR особенно ценен для сравнения изменчивости разных активов или периодов. В комбинации с другими индикаторами, такими как полосы Боллинджера, ATR усиливает анализ, предоставляя количественную основу для визуальных сигналов. Несмотря на простоту, ATR остается актуальным в алгоритмической торговле где он интегрируется в модели для прогнозирования ожидаемой волатильности. На рис. 4 показан ATR для акции компании NVIDIA.

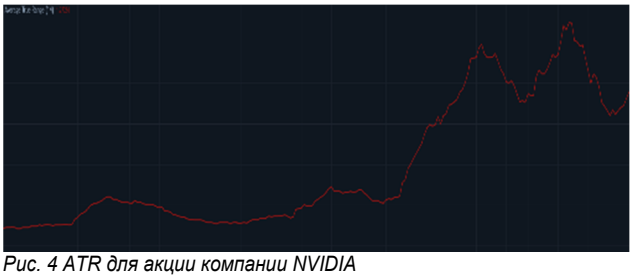


Рис. 4 ATR для акции компании NVIDIA

Для иллюстрации методологии оценки волатильности и выявления точек разворота тренда посредством ИАА рассмотрим график цены акции компании NVIDIA, используя инструменты и индикаторы на платформе MetaTrader 5. Добавим экспоненциальные скользящие средние (EMA) с периодами 50 и 200. Эти индикаторы помогут выявить трендовые изменения. На графике можно отметить два пересечения скользящих средних. Первое пересечение (рис. 5) 12 марта при показателях EMA 50 = 127,27 и EMA 200 = 127,50 (EMA 50 пересекает EMA 200 сверху вниз) указывает на формирование медвежьего сигнала – «креста смерти». Данный сигнал традиционно интерпретируется как сигнал ослабления бычьего тренда и начала нисходящего движения цены. Проанализировав данный сигнал, трейдер может ожидать давление на цену ниже уровня EMA 200 (127.50), выступающего в роли динамического сопротивления. Если цена закрепится ниже 127.00, это усилит вероятность тестирования более низких уровней поддержки. На графике видно, что в последующие дни разворот тренда подтвердился, однако из-за частичного запаздывания в 1-5 баров на дневном отрезке сигнал может быть подвержен ложным пробоям в условиях высокой волатильности. Второе пересечение (рис. 6) 12 июня свидетельствует о формировании классического бычьего сигнала – «золотого креста» (сигнал, обратный «кресту смерти»). Показатели EMA 50 = 127,50 и EMA 200 = 127,46 (EMA 50 пересекает EMA 200 снизу вверх) указывают на разворот тренда и началом восходящего движения цены. По аналогии с первым сигналом остается небольшая задержка.

Рис. 5 EMA – первый сигнал

Рис. 6 EMA – второй сигнал

В качестве альтернативы для анализа сигналов можно использовать и MACD. На графиках (рис. 7, 8) можно взять значения MACD в тех же датах, где происходили пересечения EMA 50 и EMA 200. По состоянию

на 12 марта линия MACD = -5.824534, сигнальная линия = -4.325605, соответственно, разница MACD и сигнала ≈ -1.50, что указывает на доминирование медвежьего импульса. MACD ниже сигнальной линии усиливает медвежий сигнал «креста смерти», подтверждая ослабление покупательского давления и рост продавцов. В сравнении с EMA, MACD предоставляет более своевременное подтверждение (меньший лаг по сравнению с EMA), фиксируя импульс на уровне ≈127.27–127.50. Если EMA сигнализирует о развороте на уровне ≈127.50, MACD усиливает его на ≈127.00 (где импульс становится доминирующе медвежьим), снижая риск ложного сигнала. В случае со вторым сигналом 12 июня, «Золотым крестом», разница MACD и сигнала ≈ -0.19 может указывать на консолидацию перед ускорением роста, пока не произойдет пересечения MACD вверх через сигнал. При значениях линии MACD = 6.589688 и сигнальной линии = 6.782467, можно предположить, что разница между быстрой (12-периодной) и медленной (26-периодной) EMA положительна, сигнализируя о сохранении покупательского давления. По аналогии с первым сигналом, MACD сигнализирует о развороте немного раньше EMA. Если EMA сигнализирует о развороте на уровне ≈127.46, MACD корректирует его на ≈127.60.

Рис. 7 MACD – первый сигнал

Рис. 8 MACD – второй сигнал

Таким образом, комбинация EMA и MACD позволила зафиксировать два довольно сильных сигнала (первый – медвежий, а второй бычий). EMA служит базовым трендовым инструментом для идентификации структурных разворотов, но с существенным запаздыванием и повышенным риском ложных пробоев в волатильных условиях. MACD показала меньшую задержку, однако стоит отметить, что сам инструмент подвержен ложным колебаниям в боковых трендах. Для увеличения эффективности технического анализа данные инструменты стоит использовать в паре, минимизируя субъективность и риски в анализе акций с высокой волатильностью

Заключение

В данной работе разобрали становление ИАА, его современное воплощение, а также методики, которыми трейдеры пользуются при обработке результатов.

Литература

1. Нисон, С. Japanese Candlestick Charting Techniques: A Contemporary Guide to the Ancient Investment Techniques of the Far East. – URL: https:// http://www.r-5.org/files/books/trading/investment/Steve_Nison-Japanese_Candlestick_Charting_Techniques-EN.pdf (дата обращения: 22.02.2026).
2. Doe, H. Information breakthrough. – URL: https:// https://rusforexclub.com/21-blogs/blog-nalivayskogo/48-charles-dow-information-breakthrough (дата обращения: 25.02.2026).
3. Homma, M. The Fountain of Gold — The Three Monkey Record of Money. – URL: https:// https://oceanofpdf.com/authors/homma-munehisa/pdf-the-fountain-of-gold-the-three-monkey-record-of-money-download/ (дата обращения: 27.02.2026).
4. Bollinger, J. Bollinger on Bollinger Bands. New York: McGraw-Hill. – URL: https:// https://yandex.ru/search/?text=4.%09%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%2C+%D0%94%D0%B6.+Bollinger+on+Bollinger+Bands.+New+York%3A+McGraw-Hill&lr=2 (дата обращения: 25.02.2026).
5. Wilder, J. W. New Concepts in Technical Trading Systems. Введение индикатора Average True Range. – URL: https:// https://yandex.ru/search/?text=5.%09%D0%A3%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B4%D0%B5%D1%80%2C+%D0%94%D0%B6.+%D0%A3.+New+Concepts+in+Technical+Trading+Systems.+%D0%92%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0+Average+True+Range&lr=2 (дата обращения: 24.02.2026).
6. Appel, J. The Moving Average Convergence-Divergence (MACD) Trading Method. – URL: https:// https://oceanofpdf.com/gerald-appel/pdf-understanding-macd-moving-average-convergence-divergence-download/ (дата обращения: 25.02.2026).

Information and algorithmic analysis in trend tracking and securities valuation

Maiorov E. E.

Saint-Petersburg state university of aerospace instrumentation (GUAP)

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The paper presents a study of information and algorithmic analysis in trend tracking and securities valuation. Modern information and algorithmic analysis is closely related to the digitalization of the economy as a whole. Trends and their graphical representation (trend lines and channels) are important for stock markets, so the work is relevant. The article presents a tracking indicator – a moving average, which is calculated as the average of the closing prices for a certain number of periods. The main function of the indicator convergence-divergence of moving averages is considered - the identification of discrepancies between the indicator and the price, which signals a potential trend reversal. Specialized indicators were used to assess volatility: Bollinger bands and the average true range. A combination of an exponential moving average and a convergence-divergence of moving averages was obtained, which allowed us to record two extremely strong signals (the first is bearish, and the second is bullish).

Keywords: tools, trend, analysis, stocks, stock market, indicators, methodology, sample.

References

1. Nison, C. Japanese Candlestick Charting Techniques: A Contemporary Guide to the Ancient Investment Techniques of the Far East. – URL: https:// http://www.r-5.org/files/books/trading/investment/Steve_Nison-Japanese_Candlestick_Charting_Techniques-EN.pdf (data of access: 22.02.2026).
2. Doe, H. Information breakthrough. – URL: https:// https://rusforexclub.com/21-blogs/blog-nalivayskogo/48-charles-dow-information-breakthrough (data of access: 25.02.2026).
3. Homma, M. The Fountain of Gold — The Three Monkey Record of Money. – URL: https:// https://oceanofpdf.com/authors/homma-munehisa/pdf-the-fountain-of-gold-the-three-monkey-record-of-money-download/ (data of access: 27.02.2026).
4. Bollinger, J. Bollinger on Bollinger Bands. New York: McGraw-Hill. – URL: https:// https://yandex.ru/search/?text=4.%09%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B6%D0%B5%D1%80%2C+%D0%94%D0%B6.+Bollinger+on+Bollinger+Bands.+New+York%3A+McGraw-Hill&lr=2 (data of access: 25.02.2026)..
5. Wilder, J. W. New Concepts in Technical Trading Systems. Введение индикатора Average True Range. – URL: https:// https://yandex.ru/search/?text=5.%09%D0%A3%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B4%D0%B5%D1%80%2C+%D0%94%D0%B6.+%D0%A3.+New+Concepts+in+Technical+Trading+Systems.+%D0%92%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B0+Average+True+Range&lr=2 (data of access: 24.02.2026).
6. Appel, J. The Moving Average Convergence-Divergence (MACD) Trading Method. – URL: https:// https://oceanofpdf.com/gerald-appel/pdf-understanding-macd-moving-average-convergence-divergence-download/ (data of access: 25.02.2026).

Применение количественных методов в портфельном управлении на российском фондовом рынке: библиометрический анализ тематической выборки публикаций

Недорезов Захар Игоревич
МГИМО МИД России

Статья представляет библиометрический анализ тематической выборки публикаций о применении количественных методов в портфельном управлении на российском фондовом рынке. На материале 45 публикаций выявлены доминирование классической портфельной теории и рост интереса к VaR/CVaR, макрофакторным, поведенческим и адаптивным моделям, а также прослежено изменение содержательных акцентов в трактовке риска, эффективности и применимости моделей. Показано, что ключевое ограничение связано не с отказом от количественного аппарата, а с необходимостью его адаптации к коротким выборкам, шокам, отраслевой концентрации и режимной нестабильности рынка.

Ключевые слова: количественные методы, портфельное управление, российский фондовый рынок, риск, библиометрический анализ, содержательный анализ.

1. Введение

Проблематика применения количественных методов в портфельном управлении на российском фондовом рынке имеет прикладное, методологическое и исследовательское значение. Количественный инструментарий остаётся основой финансового анализа, позволяя формализовать соотношение доходности и риска, оценивать зависимости между активами и вероятностные потери. Однако в российских условиях его применение осложняется спецификой рынка, отличной от предпосылок классических моделей.

Публикации указывают на ряд ограничений: неоднородность и ограниченность данных, низкую ликвидность, влияние макроэкономических и регуляторных шоков, отраслевую концентрацию и структурные разрывы. Это снижает устойчивость параметров моделей и требует локальной калибровки, делая количественные методы зависимыми от качества данных и режима рынка [2–4].

В этих условиях библиометрический анализ позволяет описать структуру исследовательского поля (динамику публикаций, тематику, институциональное распределение, связи понятий) и проследить эволюцию подходов — от освоения классических моделей к их адаптации с учётом нестабильности, макрофакторов, поведенческих эффектов и усложнения инструментов.

Цель статьи — выявить ключевые направления и ограничения применения количественных методов в портфельном управлении на российском рынке на основе библиометрического анализа. Для этого решаются задачи: систематизация понятийного ядра, анализ структуры публикаций, выделение устойчивых тематик и проблемных зон, формулирование прикладных и исследовательских выводов.

2. Теоретические основания исследования

Теоретическая база исследования опирается на классические модели количественных финансов: модель оптимального портфеля Г. Марковица, теорию оценки капитальных активов, ковариационный анализ и последующее развитие методов риска, стохастического моделирования, факторных систем и многопериодной оптимизации. Эти подходы закрепили представление о портфельном выборе как формализуемой и оптимизируемой задаче.

Современные количественные финансы выходят за рамки среднедисперсионной модели, включая анализ хвостовых рисков, нелинейностей, режимных переключений, факторных и сетевых структур, фрактальных свойств и нейросетевых алгоритмов. Это отражает переход к многоуровневым моделям, учитывающим не только доходность и риск, но и рыночные ограничения, чувствительность к шокам и качество данных [1].

В российской литературе развитие носит адаптационный характер: прямое заимствование моделей без учёта локальной специфики снижает их эффективность. Поэтому акцент смещён на модификацию классических подходов с использованием VaR и CVaR, поведенческих моделей, макрофакторных регрессий, фрактальных методов, скрытых марковских моделей и машинного обучения. Таким образом, объектом исследования является система методов формализации портфельного выбора, а предметом — структура публикаций и логика их развития в условиях российского рынка: от освоения классических моделей к их контекстной адаптации.

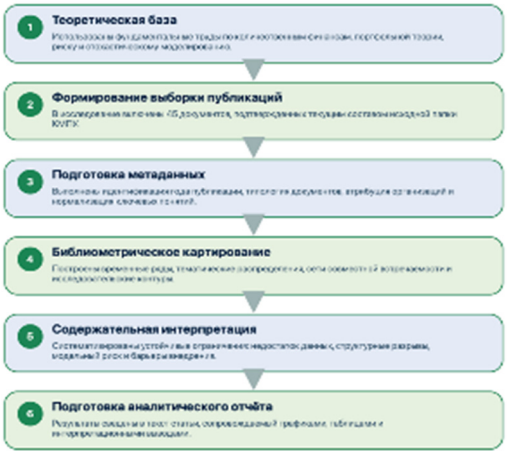


Рисунок 1. Логика исследования

Схема отражает поэтапную организацию исследования: от формирования теоретической базы и публикационной выборки к библиометрическому картированию и аналитической интерпретации результатов.

3. Материалы и методы

В исследование включена выборка из 45 публикаций (1996 страниц), охватывающих 2007–2025 гг., что позволяет проследить формирование и современное усложнение исследовательского поля количественных методов на российском фондовом рынке. Тематика охватывает портфельное управление, риск, макрофакторные воздействия и смежные аспекты.

Методология основана на сочетании библиометрического и содержательного анализа. Первый включает анализ динамики публикаций, частоты дескрипторов, тематическое картирование и сети совместной встречаемости понятий; второй — интерпретацию результатов, выявление ограничений и эволюции проблематики. Единицей анализа выступала публикация с учётом её типа, тематики и проблемных акцентов.

Наиболее частотные дескрипторы: риск, доходность, российский рынок, портфельная теория, эффективность, оптимизация, волатильность, облигации. Тематически доминируют: портфельная теория и оптимизация (44), риск (44), макрофинансовая структура (42), поведенческие финансы (35), адаптивные методы (7). Среди проблем преобладают макрошоки (39), ограничения данных и ликвидности (35), вычислительная нагрузка (31), потеря контекста (25), регуляторные барьеры (24), модельный риск (15). Эти параметры легли в основу реконструкции исследовательского поля.

Этап	Содержание процедуры	Результат
Формирование выборки	Отобраны публикации, релевантные проблемам применения количественных методов в портфельном управлении на российском фондовом рынке.	Сформирована исследовательская совокупность для библиометрического и содержательного анализа.
Нормализация метаданных	Уточнены годы публикации, типы документов, организации и ключевые тематические дескрипторы.	Получен сопоставимый метаданный слой для дальнейшего картирования.
Библиометрическое картирование	Построены временные, тематические, сетевые и матричные представления исследовательского поля.	Выявлены структурные связи между направлениями и проблемами.
Содержательная интерпретация	Результаты сопоставлены с логикой развития количественных финансов и спецификой российского рынка.	Сформулированы аналитические выводы и прикладные импликации.

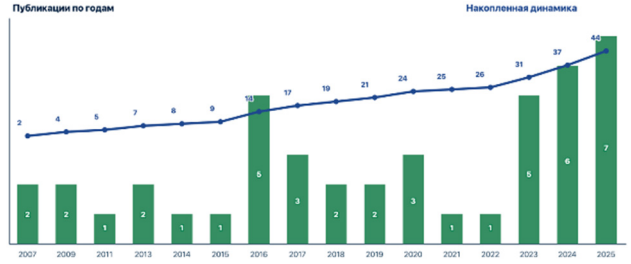


Рисунок 2. Годовая и накопленная динамика публикаций

Динамика показывает заметное усиление исследовательской активности после 2016 г. и особенно в период после 2022 г., когда проблематика структурных шоков и адаптации моделей стала центральной.

4. Результаты исследования

4.1. Временная динамика публикаций

Анализ временного распределения публикаций показывает неравномерное формирование исследовательского поля с несколькими этапами. На ранней стадии работы были сосредоточены на введении базовых понятий, измерении риска и адаптации классических моделей к российской практике. Далее наблюдается расширение тематики за счёт исследований поведенческих эффектов, асимметрии распределений, систематического риска и портфельных решений в условиях нестабильности.

В последние годы фиксируется рост публикационной активности, сопровождающийся изменением исследовательского фокуса: внимание смещается к макрофакторным шокам, смене рыночных режимов, роли ключевой ставки и применению адаптивных моделей. Таким образом, динамика отражает не только количественный рост, но и усложнение проблематики [3; 8].

Агрегированные данные показывают рост числа публикаций: 2007–2011 — 5; 2012–2016 — 9; 2017–2021 — 11; 2022–2025 — 19. Первый период носит постановочный характер, второй — закрепляет методологию, третий — расширяет проблематику, а последний становится доминирующим, определяя современную повестку и акцент на адаптации моделей к шоковой среде.

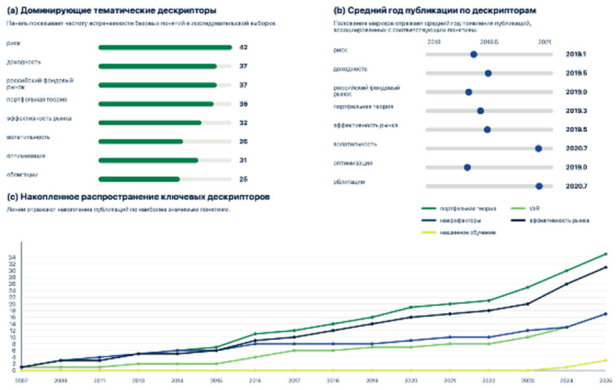


Рисунок 3. Ландшафт тематических дескрипторов
Панель (a) показывает доминирующие понятия исследовательского поля; панель (b) отражает средний год появления публикаций по каждому дескриптору; панель (c) демонстрирует накопленное расширение тематики.

4.2. Тематическая структура исследовательского поля

Частотный анализ дескрипторов показывает, что ядро публикаций формируют категории риска, доходности, портфельной теории, оптимизации, эффективности рынка и макрофакторной чувствительности. Тем самым сохраняется опора на классический язык количественных финансов, ориентированный на формализацию риска и распределение активов. Однако устойчивость этого ядра сочетается с изменением содержания ключевых понятий.

Структура дескрипторов отражает сдвиг от статической постановки к адаптационной логике: при доминировании классической теории усиливается роль факторов ненормальности распределений, ликвидности, сценарного анализа, поведенческих эффектов, макроэкономики и методов машинного обучения. Это свидетельствует не об отказе от базовых моделей, а об их адаптации к рыночным ограничениям и нестабильности [4].

Распределение публикаций подтверждает данную тенденцию: портфельная теория и оптимизация (44), измерение риска (44), макрофинансовая структура (42), поведенческие финансы (35), машинное обучение (7). При сохранении доминирования классического блока наибольшую аналитическую значимость приобретают исследования рисков, макрофакторов, поведенческих отклонений и адаптивных методов, формируя инновации на периферии поля.

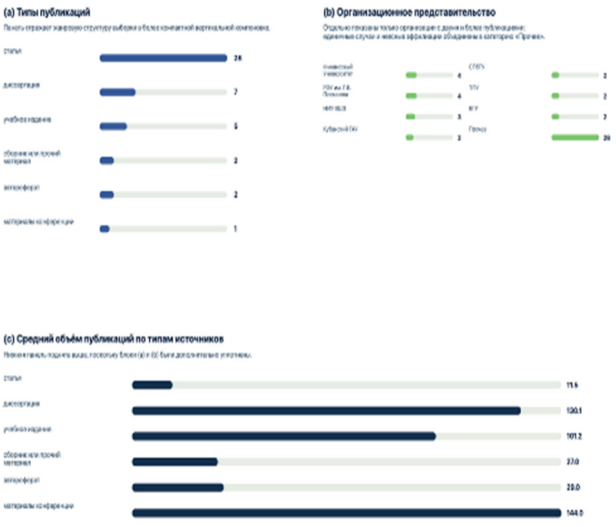


Рисунок 4. Структура выборки по типам источников, организациям и объёму публикаций

График показывает, что в выборке преобладают статьи, однако существенную роль играют также диссертации, учебные издания и материалы прикладного характера, что делает исследовательское поле одновременно академическим и практико-ориентированным.

4.3. Жанровая и организационная структура публикаций

По типам источников выборка распределяется следующим образом: статьи (28), диссертации (7), учебные издания (5), авторефераты (2), сборники и прочие материалы (2), материалы конференций (1). Преобладание статей указывает на сформированное научное ядро, тогда как наличие диссертаций и учебных материалов отражает продолжающуюся институционализацию темы и её включение в образовательную и прикладную практику.

Организационная структура также неоднородна: наибольшее представительство имеют РЭУ им. Г.В. Плеханова (4), Финансовый университет (4), НИУ ВШЭ (3), ВГУ (2), Кубанский ГАУ (2), ТПУ (2). Это подтверждает отсутствие доминирования одной школы: исследования формируются на пересечении университетов, финансовых организаций и аналитического сообщества. При этом организации с единичными публикациями агрегированы в категорию «Прочее».

Такая агрегация не снижает их значимости: в «Прочее» входят работы, связанные, например, с Мосбиржей, ПАО МКБ, СГЭУ и ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, которые вводят темы рыночной инфраструктуры, корпоративной практики и отраслевых рисков.

В целом сочетание жанрового и институционального разнообразия показывает, что направление развивается одновременно как научное, учебно-методическое и прикладное [9]. При этом 7 ведущих аффилиаций дают 42,2% публикаций (19 из 45), тогда как 24 организации представлены единично, что подтверждает децентрализованный характер поля. Институциональный «хвост» отражает не шум, а расширение проблематики за счёт тем инфраструктуры, корпоративных решений и региональных исследований.

Основная зафиксированная аффилиация	Публикации	Доля выборки, %
Финансовый Университет	4	8,9
РЭУ им. Г.В. Плеханова	4	8,9
НИУ ВШЭ	3	6,7
Кубанский ГАУ	2	4,4
n/a	2	4,4
СПбГУ	2	4,4
ТПУ	2	4,4
ВГУ	2	4,4
БГУ	1	2,2
БУКЭП	1	2,2
Brunel University of London	1	2,2
Европейский университет	1	2,2
ИТМО	1	2,2
АО Банк Синара	1	2,2
ИжГТУ им. М.Т. Калашникова	1	2,2
LUT University	1	2,2
ПАО МКБ	1	2,2
Мосбиржа	1	2,2
Университет Синергия	1	2,2
МУ им. С.Ю. Витте	1	2,2
СВФУ	1	2,2
ПГНИУ	1	2,2
РАНХиГС	1	2,2
РГТЭУ	1	2,2
Горный университет	1	2,2
СГЭУ	1	2,2
Вавиловский университет	1	2,2
ТГУ	1	2,2
ТюмГУ	1	2,2
УлГТУ	1	2,2
УрФУ им. Б.Н. Ельцина	1	2,2
ПВГУС	1	2,2

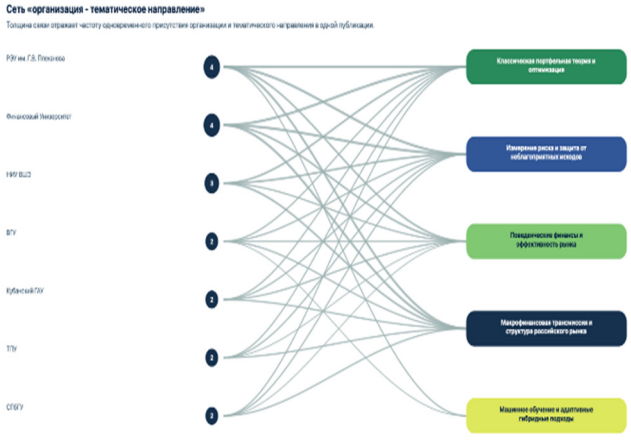


Рисунок 5. Сеть «организация - тематическое направление»

Сетевое представление показывает, что организационные акторы, присутствующие в массиве публикаций, как правило, не ограничиваются одним тематическим блоком, а работают сразу в нескольких сегментах проблемного поля.

4.4. Сеть совместной встречаемости ключевых понятий

Сеть совместной встречаемости дескрипторов отражает внутреннюю структуру исследовательского поля. Наиболее плотный узел формируют категории классической портфельной теории — оптимизация, доходность, корреляция, диверсификация и облигации. Второй узел связан с риском (VaR, CVaR, волатильность, ликвидность). Отдельные контуры образуют поведенческие финансы (эффективность, аномалии, фрактальный анализ) и макрофинансовый сегмент (российский рынок, ставки, волатильность). Адаптивные методы (машинное обучение, нейросети) выполняют связующую функцию между классическими и прикладными подходами.

Ключевая особенность сети — новые методы не вытесняют классическую основу, а надстраиваются над ней [10]. Таким образом, наблюдается не смена парадигмы, а усложнение инструментария: машинное обучение и другие подходы используются там, где классические модели недостаточны, дополняя, а не заменяя их.

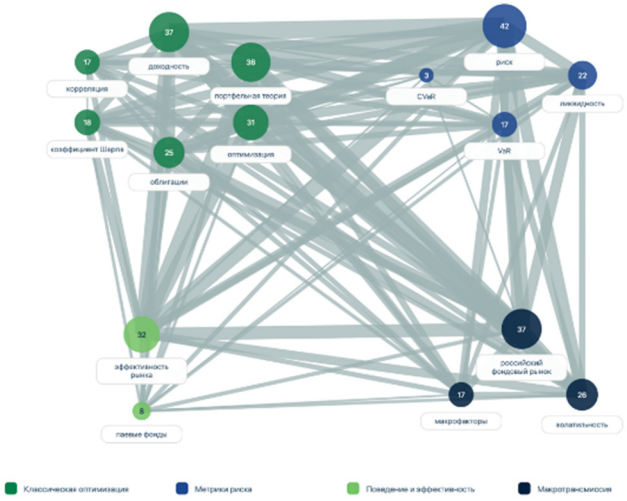


Рисунок 6. Сеть совместной встречаемости доминирующих дескрипторов

Граф отражает взаимосвязь между ключевыми понятиями исследовательского поля и демонстрирует, что классический количественный аппарат сохраняет центральное положение, одновременно соединяясь с макроэкономическими, поведенческими и адаптивными сюжетами.

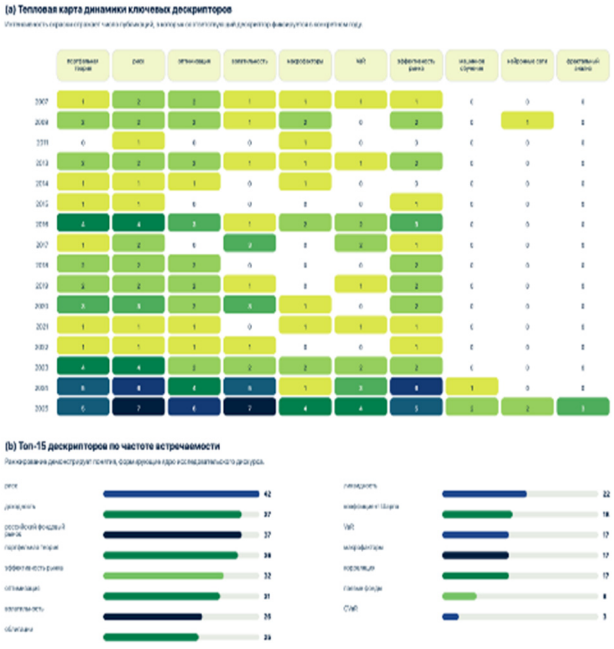


Рисунок 7. Тепловая карта динамики дескрипторов и рейтинг ключевых понятий

Тепловая карта фиксирует изменение тематических акцентов по годам, а рейтинговая панель показывает дескрипторы, формирующие устойчивое ядро исследовательского поля.

4.5. Реконструкция исследовательских контуров

Библиометрическое картирование позволяет выделить пять устойчивых исследовательских контуров: классическая портфельная теория и оптимизация; измерение риска; поведенческие финансы и эффективность рынка; макрофинансовая трансмиссия и структура российского рынка; методы машинного обучения и адаптивные модели.

Эти контуры не изолированы, а взаимосвязаны: каждый следующий возникает как ответ на ограничения предыдущего. Поведенческие подходы компенсируют недостатки рационалистических моделей, макрофакторные — учитывают чувствительность к шокам и структуре рынка, а адаптивные алгоритмы применяются при снижении эффективности статических методов [5]. Тем самым развитие носит накопительный, а не вытесняющий характер.

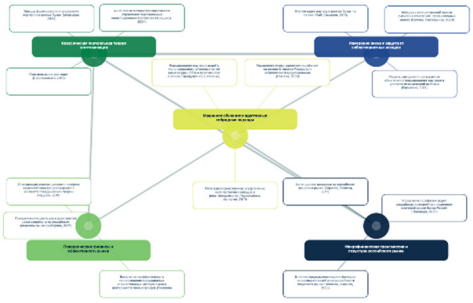


Рисунок 8. Реконструированные исследовательские контуры и репрезентативные публикации

Схема группирует публикации в пять устойчивых направлений и визуализирует документы, репрезентирующие каждое из них.

Исследовательский контур	Содержательная доминанта	Репрезентативные публикации
Классическая портфельная теория и оптимизация	Формирование структуры портфеля, диверсификация, критерии эффективности, практические схемы распределения активов.	Меджидов (2023); Коршунов (2024); Скрипниченко (2016).
Измерение риска и защита от неблагоприятных исходов	VaR/CVaR, когерентные меры риска, ограниченные выборки, зависимость активов, оценка потерь.	Смирнов (2016); Орлова, Сахетдинов (2023); Барышева (2021).
Поведенческие финансы и эффективность рынка	Теория перспектив, аномалии, фрактальные режимы, критика стандартных коэффициентов эффективности.	Редькин (2019); Файзулин (2025); Яковлева и соавт. (2020).
Макрофинансовая трансмиссия и структура рынка	Ключевая ставка, инфляция, обменный курс, отраслевые индексы, систематический риск, концентрация рынка.	Caporale, Zakirova (2017); Плачинда (2025); Волохин, Сырыгин (2025).
Машинное обучение и адаптивные гибридные подходы	Нейронные сети, режимная чувствительность, интеграция формальных и экспертных процедур, прогнозно-адаптивные модели.	Гарафутдинов, Шевченко (2025); Иванова (2009); Герасименко, Арнаутов (2019).

4.6. Проблемная нагрузка исследовательского поля

Матрица проблемной нагрузки показывает, что все тематические направления связаны с устойчивыми ограничениями. Наиболее частыми являются: структурные разрывы и макрошоки (39), ограниченность данных и ликвидности (35), высокая вычислительная нагрузка (31), потеря качественного контекста (25), регуляторные барьеры и дефицит грамотности (24), модельный риск и ненормальность распределений (15). Это указывает, что ключевой вопрос — не только корректность моделей, но и условия их применимости.

Типичные ограничения включают короткие и неоднородные ряды, низкую ликвидность, чувствительность к шокам, ненормальность распределений и зависимость результатов от параметризации. Подчёркивается, что использование лишь количественных индикаторов без интерпретации может искажать оценку риска, особенно при смене рыночного режима.

В последние годы усиливается инфраструктурный аспект: возрастают требования к данным, вычислительным ресурсам, валидации и объяснимости. С ростом применения машинного обучения повышается значимость воспроизводимости, устойчивости моделей и корректной интерпретации результатов.

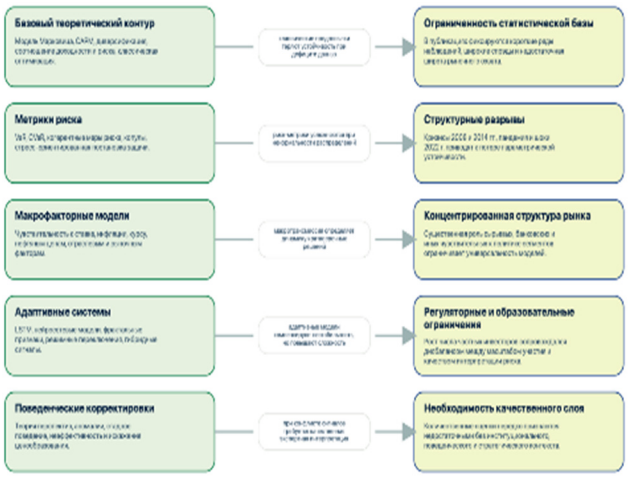


Рисунок 9. Концептуальная схема: международный инструментарий и ограничения российского рынка

Схема демонстрирует, каким образом базовые элементы количественных финансов трансформируются под воздействием институциональных и структурных ограничений российского фондового рынка.

Рисунок 10. Матрица проблемной нагрузки

Матрица позволяет сопоставить тематические направления с группами ограничений и показывает, что проблемные факторы распределены по исследовательскому полю неравномерно, но системно.

5. Обсуждение результатов

Результаты показывают, что исследовательское поле количественных методов в портфельном управлении на российском рынке носит адаптационный характер. В публикациях сохраняется базовый язык количественных финансов (доходность, риск, корреляция, диверсификация, эффективность), однако он применяется в условиях рынка, характеризующегося нестабильностью, структурными разрывами, влиянием макрошоков и ограничениями данных.

В этой связи литература развивается как корректировка классических предпосылок: VaR и CVaR расширяют оценку риска, макрофакторные модели учитывают влияние ставок, инфляции и структуры рынка, поведенческие подходы объясняют отклонения от рациональности, а машинное обучение используется для работы с нелинейностью и нестабильностью. При этом классический аппарат не отвергается, а остаётся базой, на которой строятся новые решения.

Таким образом, наблюдается не замещение методов, а усложнение инструментария и переход к многоуровневым моделям, где классические подходы выполняют базовую функцию, а дополнительные — корректирующую.

Практически это означает приоритет комбинированных решений: оценка риска дополняется анализом рыночного режима и данных, оптимизация учитывает ликвидность и нестабильность параметров, а адаптивные алгоритмы требуют интерпретации и валидации. Такой подход соответствует выявленной структуре исследовательского поля.

6. Практические выводы и направления дальнейших исследований

Результаты указывают на необходимость иерархического подхода к количественным методам в науке и практике. Классическая портфельная теория выступает базовым уровнем, риск-метрики, ориентированные на неблагоприятные исходы, применяются при асимметричных распределениях, макрофакторный анализ — при высокой чувствительности к ставке, курсу и шокам. Адаптивные алгоритмы целесообразны при снижении эффективности статических моделей, но требуют контроля переобучения, интерпретации и устойчивости.

В образовательной и регуляторной сфере подчёркивается значимость развития не только моделей, но и компетенций их использования. Рост числа частных инвесторов без соответствующей подготовки повышает риск некорректной интерпретации и избыточного доверия к алгоритмам, что делает качество пользователей ключевым фактором наряду с качеством моделей.

Перспективы исследований связаны с анализом сетей публикаций и цитирования, выделением режимно-специфических моделей российского рынка и сравнением с другими развивающимися рынками. Особый интерес представляет влияние роста частных инвесторов на спрос на количественные инструменты и практику их применения.

7. Заключение

Совмещённый библиометрический и содержательный анализ показал, что исследовательское поле количественных методов в портфельном управлении на российском рынке имеет устойчивое понятийное ядро и чёткую логику развития. Его основу составляют классическая портфельная теория, риск-менеджмент и оптимизация, тогда как современный этап характеризуется усилением внимания к макрофакторной чувствительности, структурным разрывам, поведенческим эффектам и адаптивным алгоритмам.

Результаты подтверждают, что проблема заключается не в самих методах, а в ограничениях их прямого применения без учёта рыночной специфики. Российский рынок описывается как среда с ограниченными и неоднородными данными, особенностями ликвидности, концентрацией и высокой чувствительностью к шокам, что требует адаптации моделей. Наибольшую устойчивость демонстрируют подходы, сочетающие математическую строгость с учётом контекста.

Таким образом, количественные методы сохраняют ключевую роль в портфельном управлении, однако их эффективность определяется не только моделью, но и учётом институциональной и макрофинансовой среды, качества данных и корректной интерпретации результатов.

Литература

1. Бутолина С. А. Оптимизация принятия инвестиционного решения на основе машинного обучения //Научные записки молодых исследователей. – 2025. – Т. 13. – №. 5. – С. 6-15.
2. Воронков Т. А., Лехтянская Л. В. Стратегии управления инвестиционным портфелем //Экономика и бизнес: теория и практика. – 2023. – №. 10-1 (104). – С. 89-92.
3. Ефремов А. А., Суворова А. П. Пассивный метод управления портфелем ценных бумаг //Ответственный редактор сборника–. – 2016. – С. 63.
4. Козлова А. С., Тараскин Д. С. Методика формирования портфеля ценных бумагна основе риска, доходности и справедливой стоимости компании //Промышленность: экономика, управление, технологии. – 2018. – №. 1 (70). – С. 104-109.
5. Лялькова Е. Е., Султангареев И. И. Портфельное инвестирование на финансовом рынке России в современных условиях //Финансовые рынки и банки. – 2023. – №. 12. – С. 105-108.
6. Майсигова Л. А. Анализ инструментов финансового рынка России //Вестник Атырауского университета имени Халела Досмухамедова. – 2024. – Т. 72. – №. 1. – С. 76-85.
7. Родин Д. Я., Паршин А. Б., Терпицкая К. И. Стратегии управления портфелем ценных бумаг //Вестник Академии знаний. – 2022. – №. 3 (50). – С. 455-464.
8. Соколовский М. В., Батиевская В. Б. Теоретико-методологические основы формирования портфеля ценных бумаг частного инвестора //Вестник общественных и гуманитарных наук. – 2024. – Т. 5. – №. 2. – С. 44-49.
9. ЯКУПОВ Б. Т. ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ 6: ЭКОНОМИКА //ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. – 2024. – Т. 59. – №. 2. – С. 75-94.
10. Якупов Б. Т. Новый подход к анализу волатильности и риска в портфельных инвестициях //Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2024. – №. 2. – С. 75-94.

Application of Quantitative Methods to Portfolio Management on the Russian Stock Market: A Bibliometric Analysis

Nedorezov Z.I.

MGIMO University, Ministry of Foreign Affairs of Russia

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

This article provides a bibliometric analysis of publications on quantitative methods in portfolio management on the Russian stock market. Based on 45 publications, it identifies the dominance of classical portfolio theory and the growing role of VaR/CVaR, macrofactor, behavioral, and adaptive models, while tracing how the meanings of risk, efficiency, and model adequacy change across the corpus. The main conclusion is that the problem lies not in rejecting quantitative methods, but in adapting them to short samples, structural breaks, sector concentration, liquidity constraints, and regime instability in the Russian market.

Keywords: quantitative methods, portfolio management, Russian stock market, risk, bibliometric analysis, content analysis.

References

1. Butolina S. A. Optimization of investment decision-making based on machine learning // Scientific notes of young researchers. - 2025. - Vol. 13. - No. 5. - Pp. 6-15.
2. Voronkov T. A., Lekhtyanskaya L. V. Investment portfolio management strategies // Economics and business: theory and practice. - 2023. - No. 10-1 (104). - Pp. 89-92.
3. Efremov A. A., Suvorova A. P. Passive method of securities portfolio management // Editor-in-chief of the collection. – 2016. – P. 63.
4. Kozlova A. S., Taraskin D. S. Methodology for forming a securities portfolio based on risk, profitability and fair value of the company // Industry: economics, management, technology. – 2018. – No. 1 (70). – P. 104-109.
5. Lyalkova E. E., Sultangareev I. I. Portfolio investment in the Russian financial market under modern conditions // Financial markets and banks. – 2023. – No. 12. – P. 105-108.
6. Maisigova L. A. Analysis of Russian financial market instruments // Bulletin of Atyrau University named after Khalel Dosmukhamedov. – 2024. – Vol. 72. – No. 1. – P. 76-85.
7. Rodin D. Ya., Parshin A. B., Terpitskaya K. I. Securities Portfolio Management Strategies // Bulletin of the Academy of Knowledge. - 2022. - No. 3 (50). - P. 455-464.
8. Sokolovsky M. V., Batievskaya V. B. Theoretical and Methodological Foundations of Formation of a Private Investor's Securities Portfolio // Bulletin of Social and Humanitarian Sciences. - 2024. - Vol. 5. - No. 2. - P. 44-49.
9. YAKUPOV B. T. BULLETIN OF MOSCOW UNIVERSITY. SERIES 6: ECONOMICS // BULLETIN OF MOSCOW UNIVERSITY. - 2024. - Vol. 59. - No. 2. – P. 75-94.
10. Yakubov B. T. A new approach to the analysis of volatility and risk in portfolio investments // Bulletin of Moscow University. Series 6. Economics. – 2024. – No. 2. – P. 75-94.

Субфедеральные облигации как самостоятельный сегмент облигационного рынка Российской Федерации

Попова Тамара Александровна
к.э.н, доцент кафедры финансового рынка и финансовых институтов, Новосибирский государственный университет экономики и управления, popova.tamara1985@gmail.com,

Попова Арина Романовна
магистрант, Новосибирский государственный университет экономики и управления, ArinaPopovaR@mail.ru

В статье рассматривается экономическая сущность субфедеральных облигаций, а также их место в системе финансовых инструментов и значение в бюджетной системе Российской Федерации. В работе используются исторические предпосылки возникновения облигаций в России, как государственных, так и муниципальных, и субфедеральных. В статье предложена авторская классификация подходов к выделению субфедеральных облигаций, как самостоятельный сегмент облигационного рынка, на основании чего делается вывод о целесообразности выделения субфедеральных облигация как отдельного вида ценных бумаг, эмитируемых субъектами Российской Федерацией. Автор подчеркивает, что субфедеральные облигации выполняют важные функции в финансировании бюджетного дефицита регионов, покрытии долговых обязательств и реализации инвестиционных и социально-экономических программ. Также в статье предложена классификация субфедеральных облигаций по целям заимствования, количеству целей, форме финансирования и типу купонного дохода. Автором сделан ввод, что субфедеральные облигации представляют собой значимый инструмент регионального долгового финансирования и обладают важным потенциалом для обеспечения устойчивого социально-экономического развития субъектов Российской Федерации.
Ключевые слова: субфедеральные облигации, облигационный рынок, государственные облигации, муниципальные облигации, долговые финансовые инструменты, субъекты Российской Федерации, бюджетная система РФ, доходность облигаций.

Субфедеральные облигации представляют собой важный инструмент долгового финансирования субъектов Российской Федерации, обеспечивая регионам возможность привлекать средства не только для покрытия бюджетного дефицита, но и для реализации долгосрочных инвестиционных проектов. Но несмотря на их практическую значимость, экономическая сущность и роль на облигационном рынке остаются предметом обсуждений в научной литературе и неоднозначно отражены в законодательстве. В современных реалиях эффективное управление региональными заимствованиями требуют понимание особенностей субфедеральных облигаций. Целью данной статьи является систематизация подходов к определению и классификации субфедеральных облигаций, а также показать их значение для совершенствования механизмов финансирования заимствований регионов Российской Федерации.

Рассмотрим вопрос о том, когда возникли облигации. В России в 1810 были выпущены первые государственные облигации внутреннего займа [12]. На отечественном рынке в самом начале их развития появились государственные облигации, основной целью которых являлось погашение временного и основного дефицита государственного бюджета. С 1995 года начали выпускать облигации федерального займа (ОФЗ), занимающие особое место в структуре облигационного рынка РФ. Государственные облигации можно трактовать, как надежный, прибыльный и высоколиквидный финансовый инструмент для государства, а также это источник экономического развития государства и преодоление инвестиционного кризиса.

Муниципальные и субфедеральные облигации начинают свой отсчет с 1992 года. Для начала стоит обратиться к Федеральному закону №136-ФЗ «Об особенностях эмиссии и обращения государственных и муниципальных ценных бумаг», в котором разделяют лишь государственные и муниципальные облигации, а субфедеральные относятся к государственным ценным бумагам, выпущенные от имени субъекта РФ [13]. Данный термин «субфедеральные облигации» возник лишь после первой эмиссии. В работе «Субфедеральные займы: вперед в прошлое» А.Ермак, В. Вайсберг обращаясь к историческим данным, описывают первую эмиссию Хабаровского края и возникновение субфедеральных облигаций на рынке, авторы пишут: «В январе 1992 года глава администрации Хабаровского края Виктор Ишаев подписал решение о выпуске муниципального займа на сумму 200 млн неденоминированных руб.» [5]. Стоит подчеркнуть, что данный заем был назван муниципальным в связи с тем, что в начале 1992 года понятие «субъект Федерации» в законодательстве отсутствовало, оно появилось в Конституции лишь в 1993 году. Таким образом, на первых этапах развития рынка субфедеральных облигаций возникла интересная ситуация, их приравняли к муниципальным. В последствии же, в деловом обороте стали использовать термин и выделять субфедеральные облигации, как отдельный вид ценных бумаг, выпускаемые субъектами РФ, но фактически участники рынка не переименовали и не обозначили уже обращавшиеся облигационные выпуски.

Существенным отличием субфедеральных облигаций и государственных, помимо эмитента, является разница в доходности. У субфедеральных облигаций доходность выше, чем у государственных облигаций. Это обусловлено тем, что муниципальные и субфедеральные облигации не имеют госгарантий, как государственные облигации. Доходность государственных облигаций на практике используется как безрисковая ставка, то есть доходность с минимальными рисками. В связи с этим, субфедеральные облигации имеют премию за данный риск [10].

Рассмотрим несколько точек зрения, касающихся подходов к определению места субфедеральных облигаций на облигационном рынке РФ (Таблица 1).

В таблице 1 видно, что некоторые исследователи и не только, но и информационные порталы не выделяют субфедеральные облигации, как отдельный вид. Так как в отечественном законодательстве определение «субфедеральные облигации» отсутствует, в научных публикациях существует несколько альтернативных точек зрения относительно содержания данной дефиниции. В данном разделении подходов не рассматриваются корпоративные облигации, это отдельной сегмент на облигационном рынке, заключающийся в выпуске облигаций юридическими лицами (корпорациями). Субфедеральные облигации не могут относится к корпоративным облигациям в силу вышеупомянутых критериев корпоративных облигаций.

Таблица 1

Подходы к определению места субфедеральных облигаций на облигационном рынке РФ.

Подход	Суть	Представители
Одноуровневый	Государственные	— В.А. Галанова
Двухуровневый	Государственные Муниципальные	— Информационный портал «RusBonds», Cbonds, Финам — №136-ФЗ «Об особенностях эмиссии и обращения государственных и муниципальных ценных бумаг» — D.Schoenmaker и W.Schramade
Трехуровневый	Государственные Муниципальные Субфедеральные	— О.С. Беломытцева — А.В. Якунина — Ю.В. Семернина — А.А. Щербаков — Московская Биржа

В Бюджетном кодексе РФ зафиксировано, что бюджетная система в России имеет трехуровневую структуру, включая в себя федеральный бюджет, бюджеты субъектов и местные бюджеты [1]. Следовательно, долговые обязательства могут возникать на каждом уровне, что предопределяет существование различных видов государственных облигаций. В научной литературе встречаются разделение облигаций не только на три уровня, как упоминается в Бюджетном кодексе.

Одноуровневый подход в таблице 1 заключается в том, что некоторые исследователи приверженцы того, что облигации разделяются лишь на государственные облигации. К таким исследователям можно отнести, например, В.А. Галанова [6]. Автор определяет, что государственные облигации – «облигации, выпускающиеся государством или от его лица». Таким образом, государственные облигации включают в себя субфедеральные облигации.

Двухуровневый подход понимается, как разделение облигаций на государственные и муниципальные. Данный подход был заметен при рассмотрении информационного проекта RusBonds, который посвящен отечественному рынку облигаций, был сделан вывод, что сегментация рынка происходит по двум секторам [9]. Стоит упомянуть и информационные порталы Cbonds и Финам, которые также разделяют лишь государственные, и муниципальные облигации [8;11]. В данном подходе стоит уточнить, что субфедеральные облигации относятся к муниципальным облигациям, государственные имеют уже отдельное значение от субфедеральных облигаций.

В зарубежной практике также встречается двухуровневая система, в ней разделяют суверенные государственные облигации, субнациональные облигации. В работе «Valuing Bonds» D.Schoenmaker и W.Schramade выделяют суверенные облигации. Авторы подчеркивают, что государственные (суверенные) облигации выпускаются национальными правительствами (т.е. странами) [20].

Рынок субнациональных облигаций подробно описали в своей работе «Municipal bond markets» D. Cestau, B. Hollifield, D. Li, N. Schurfoff. Авторы пришли к выводу, что рынок муниципальных облигаций является крупнейшим и наиболее важным рынком капитала США для финансирования штатов и муниципалитетов. На основном рынке муниципальных облигаций США доминирует большое количество разнообразных эмитентов, от штата Калифорнии до небольших сельских деревень [19].

Трехуровневый подход заключается в том, что помимо государственных, муниципальных, выделяют субфедеральные облигации, как отдельный вид облигаций. Так, например, О.С. Беломытцева в своей работе «Субфедеральные облигации и муниципальные облигации: тенденции развития рынка и элементы концепции управления долгом» понимает под субфедеральными облигациями «облигации, эмиссия которых осуществлена от имени субъектов Российской Федерации», а под муниципальными облигациями подразумевает «облигации, выпущенные муниципальными образованиями» [4]. То есть, исследователь разграничивает эти два понятия. Схожий подход можно заметить и в работах А.В. Якуниной, Ю.В. Семерниной «К вопросу о классификации облигаций», которые также разделяют облигации резидентов на государственные, субфедеральные, местные [18].

А.А. Щербаков в работе «Экономическая сущность и классификация субфедеральных облигаций» выделяет субфедеральные облигации, как отдельный вид и дает следующее определение «субфедеральные облигации – это облигации субъектов РФ, эмитентами которых выступают высшие исполнительные органы государственной власти или финансовые органы субъектов Российской Федерации; денежные средства от размещения которых вне зависимости от целей и параметров выпуска облигаций поступают соответствующие бюджеты» [17].

На информационном портале Московской Биржи определяет субфедеральные облигации как отдельный вид облигаций, но носят они название «региональные облигации». В том числе, Московская Биржа выделяет муниципальные и государственные облигации (ОФЗ) [7].

Как представляется автору, наиболее обоснованным подходом, является выделение субфедеральных облигаций как самостоятельной группы. Выявление только государственных и муниципальных облигаций не соответствует сложившейся структуре отечественной бюджетной системы, в рамках которой выделяют три уровня: федеральный бюджет, бюджеты субъектов Российской Федерации и местные бюджеты. В зависимости от того, куда поступают привлеченные денежные средства, каждая из выделяемых групп облигаций должна соответствовать определенному уровню бюджетной системы. В соответствии с Федеральным законом №39 «О рынке ценных бумаг» «эмитентом государственных ценных бумаг субъекта Российской Федерации являются высшие исполнительные органы субъектов Российской Федерации либо финансовый орган субъекта РФ, наделённый законом субъекта РФ правом на осуществление государственных заимствований субъекта Российской Федерации» [2].

Переходим к понятию субфедеральных облигаций. А.В. Якунина и Ю.В. Семернина в своей статье «К вопросу о классификации облигаций» предложили свое определение облигации – это долговой финансовый инструмент, характеризующийся определенным набором параметров, специфическими свойствами и особенностями на валютном рынке [18]. Данное утверждение можно рассматривать с точки зрения, что каждый регион РФ имеет свои особенности, которые закладываются в формировании выпуска субфедеральных облигаций.

Выпуск субфедеральных облигаций выполняет две важные функции для региона: финансирование бюджетного дефицита и регионального развития. Во-первых, одной из важных функций субфедеральных облигаций является - эмиссия облигаций как один из способов финансирования бюджетного дефицита субъектов, который носит систематический характер, в том числе покрытие кассовых разрывов, покрытие определенных целевых расходов эмитента, включая реконструкцию задолженности. В своей работе «Облигации государственного займа как инструмент финансирования государственного долга» В.П. Пшеничная отметила высокую значимость эмиссии государственных облигаций для покрытия государственного долга [14]. В своей работе автор выделяет основную цель выпуска облигаций – это дополнительное финансирование без увеличения денежной массы, поскольку, это увеличение приводит к росту инфляции, а также расстройству денежного обращения. Аналогию можно провести и для дефицита регионального бюджета. Также, А.В. Якунина и Ю.В. Семернина в работе «Субфедеральные облигации как инструмент финансирования государственного долга российских регионов» пришли к выводу, что субфедеральные облигации являются очень важным инструментом для финансирования бюджетного долга субъектов РФ [18].

Во-вторых, облигационное финансирование может быть использовано как один из инструментов для эффективного регионального развития. Ресурсы, которые привлечены от размещения облигаций, будут направлены на финансирование среднесрочных и долгосрочных целевых программ, а также инвестиционных проектов, которые смогут дать положительный мультипликативный эффект для экономики субъекта, а в дальнейшем и для экономики Российской Федерации в целом. А.П. Сырбу и Е.В. Дмитриева в своей работе «Субфедеральные облигации: стоит ли игра свеч?» пришли к выводу, что выпуск региональных облигаций способствует стимулированию сбережений хозяйствующих субъектов региона в инвестиции, в свою очередь, это способствует для социально-экономического развития региона [16]. Принципиальная важность использования облигационного финансирования как инструмента регионального развития обусловлена тем, что оно позволяет реализовывать те инвестиционные проекты, которые не интересны частным компаниям, но создают долгосрочный потенциал для развития региона.

Анализируя вышеперечисленное, субфедеральные облигации могут быть выпущены для финансирования расходных обязательств бюджетов, а могут отдельно выпускать в рамках реализации мер социально-экономического регулирования. Тем самым субфедеральные облигации имеют классификацию по целям заимствования (Рисунок 1).

Затрагивая тему классификации видов субфедеральных облигаций, целесообразно опираться на положение Бюджетного кодекса РФ, в котором закреплена функциональная классификация расходов бюджетов бюджетной системы РФ. В соответствии с данным подходом А.А Щербаков в работе «Экономическая сущность и классификация субфедеральных облигаций» предлагает выделять субфедеральные облигации по форме финансирования в зависимости от направления бюджетных рас-

ходов, на которые привлекаются заемные средства, полный список перечислен на рисунке 1 [17]. Данный подход позволяет связать цели заимствований субъектов РФ с функциональной структурой бюджетных расходов и обеспечить детальную экономическую интерпретацию направлений использования привлеченных средств.

Рисунок 1 - Классификация субфедеральных облигаций

Помимо классификации по форме финансирования, стоит выделить группировку субфедеральных облигаций по количеству целей заимствований. А.А. Щербаков в работе указывает на целесообразность разграничения субфедеральных облигаций на одноцелевые и многоцелевые [17]. Под одноцелевыми облигациями понимается привлечение заемных средств под финансирование конкретной задачи, либо же под финансирование конкретного направления бюджетных расходов. Многоцелевые, в свою очередь, направленны на несколько задач или направлений бюджетных расходов. К многоцелевым, например, можно отнести субфедеральные задачи, выпускаемые для покрытия дефицита бюджета, а также существующие инвестиционные потребности, получается комбинация нескольких задач в один выпуск. Данная классификация позволяет идентифицировать экономическое назначение выпусков и оценить степень целевой направленности использования заимствованных средств.

Классифицировать субфедеральные облигации стоит и по купону. Выделяют два вида купона – переменный и постоянный.

У облигаций с переменным купоном, купон привязан к ставке Центрального банка, либо к ставкам денежного рынка, чувствительным к волатильности ставке ЦБ. Данный вид позволяет снизить процентный риск эмитенту [13].

Облигации с постоянным купонным доходом предоставляют фиксированный купонный доход, который не изменяется в течение срока действия облигации [10]. В результате, доход инвестора по облигации с постоянным купоном не зависит от изменения рыночных условий. Основное отличие между этими двумя типами облигаций заключается в рисках, связанных с рыночными условиями.

Облигации с переменным купонным доходом могут быть более подвержены рыночным рискам, потому что купонный доход может изменяться с изменением процентных ставок на рынке. С другой стороны, облигации с постоянным купонным доходом дают инвесторам большую уверенность в доходности инвестиции, так как размер купонного дохода остается неизменным, даже если рыночные условия меняются.

Таким образом, анализ подходов к классификации облигаций натолкнул автора на то, что субфедеральные облигации необходимо разделять как отдельный вид облигаций. В результате исследования автор пришел к выводу, что субфедеральные облигации – это облигации субъектов Российской Федерации, эмитентами которых выступают высшие исполнительные органы государственной власти или финансовые органы субъектов Российской Федерации, денежные средства от размещения которых вне зависимости от целей и параметров выпуска облигаций поступают в бюджеты. Данный финансовый инструмент занимает особое место в системе финансовых инструментов, выступая важным источником финансирования заимствований для субъектов РФ. Анализ существующих подходов к классификации показал, что субфедеральные облигации целесообразно группировать по цели заимствования, количеству целей заимствования, форме заимствования, по купону.

Литература

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 №145-ФЗ [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/4057a6f5e303a2921b3690cf2dfb94361b1f918d/#:~:text (дата обращения 01.02.2026).
2. О рынке ценных бумаг: Федеральный закон от 22 апреля 1996 г. № 39-ФЗ [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19587/6be4c9a5f48d627f38ecfd90a94b8d2c0c804b14/ (дата обращения 05.10.2025)
3. Об особенностях эмиссии и обращения государственных и муниципальных ценных бумаг: Федеральный закон РФ от 29 июля 1998 г. № 136-ФЗ. [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_ LAW_19587/6be4c9a5f48d627f38ecfd90a94b8d2c0c804b14/. (Дата обращения 10.10.2025)
4. Беломытцева О.С. Субфедеральные облигации и муниципальные облигации: тенденции развития рынка и элементы концепции управления долгом, 2014. [Электронный ресурс] - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ subfederalnye-i-munitsipalnye-obligatsii-tendentsii-razvitiya-rynka-i-elementy-kontseptsii-upravleniya-dolgom (Дата обращения 10.10.2025)
5. Вайсберг В., Ермак А. Субфедеральные займы: вперед в прошлое // Cbonds review, 2013. [Электронный ресурс] URL: https://review.cbonds. info/article/magazines/3489/ (дата обращения 11.02.2026).
6. Галанов В. А. Рынок ценных бумаг: учебник.- М.:ИНФРА-М, 2007. - 448 с.
7. Инвестиционный порта Московская биржа. [Электронный ресурс] - URL: https://www.moex.com/s2644 (дата обращения 15.01.2026).
8. Инвестиционный портал Cbonds. [Электронный ресурс] - URL: https://cbonds.ru/bonds/ (дата обращения 15.01.2026).
9. Инвестиционный портал RusBonds. [Электронный ресурс] - URL: https://rusbonds.ru/filters/bonds/new (дата обращения 10.10.2025).
10. Инвестиционный портал RusBonds: глоссарий Электронный ресурс] - URL: https://rusbonds.ru/issuers/glossary (дата обращения 18.01.2026).
11. Инвестиционный портал Финам. [Электронный ресурс] - URL: https://bonds.finam.ru/ (дата обращения 15.01.2026).
12. Левин В. С. Оценка инвестиционной привлекательности региональных облигаций Оренбургской области в условиях смягчения денежно-кредитной политики и глобальной неопределенности. [Электронный ресурс] - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionalnyh-obligatsiy-orenburgskoy-oblasti-v-usloviyah-smyagcheniya-denezhno-kreditnoy/viewer (дата обращения 12.10.2025)
13. Облигация с плавающей процентной ставкой // Cbonds: глоссарий. Электронный ресурс] - URL: https://cbonds.ru/glossary/floating-rate-note/ (дата обращения 18.01.2026).
14. Пшеничная В.П., Холодов А.А. Облигации государственного займа как инструмент финансирования государственного долга // Формирования механизмов устойчивого развития экономики региона, 2021. – 79-82 с.
15. Семернина Ю.В., Якунина А.В. Субфедеральные облигации как инструмент финансирования государственного долга российских регионов // Вестник СГСЭУ, 2020. - №3 (82).
16. Сырбу А.П., Дмитриева Е.В., Зорина Я.О. Субфедеральные облигации: стоит ли игра свеч? // Вопросы современной науки и практики, 2018. –86-95 с.
17. Щербаков А.А. Экономическая сущность и классификация субфедеральных облигаций. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-suschnost-i-klassifikatsiya-subfederalnyh-obligatsiy/viewer (дата обращения 15.09.2025).
18. Якунина А.В, Семернина Ю.В. К вопросу о классификации облигаций // Финансы и кредит, 2012. - №48. - 2-12 с.
19. Cestau D., Hollifield B., Li D., Schurfoff N. Municipal bond markets // Annual Review Financial Economics, 2019. [Электронный ресурс] - URL: https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-financial-110118-123034 (дата обращения 18.01.2026).
20. Schoenmaker D., Schramade W. Valuing Bonds // In: Corporate Finance for Long-Term Value. Springer Texts in Business and Economics. Springer, Cham, 2023. [Электронный ресурс] - URL:

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35009-2_8 (дата обращения 17.01.2026).

Sub-federal bonds as an independent segment of the bond market of the Russian Federation

Popova T.A., Popova A.R.
Novosibirsk State University of Economics and Management

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article examines the economic essence of sub-federal bonds, as well as their place in the system of financial instruments and their significance in the budgetary system of the Russian Federation. The paper uses the historical prerequisites for the emergence of bonds in Russia, both state and municipal, and subfederal. The article proposes the author's classification of approaches to the allocation of subfederal bonds as an independent segment of the bond market, on the basis of which it is concluded that it is advisable to allocate subfederal bonds as a separate type of securities issued by the constituent entities of the Russian Federation. The author emphasizes that sub-federal bonds perform important functions in financing the regional budget deficit, covering debt obligations and implementing investment and socio-economic programs. The article also proposes the classification of subfederal bonds by borrowing goals, number of goals, form of financing and type of coupon income. The author made an introduction that sub-federal bonds are a significant instrument of regional debt financing and have important potential to ensure sustainable socio-economic development of the subjects of the Russian Federation.

Keywords: sub-federal bonds, bond market, government bonds, municipal bonds, debt financial instruments, subjects of the Russian Federation, budgetary system of the Russian Federation, bond yield.

References

1. Budget Code of the Russian Federation dated 31.07.1998 No. 145-ФЗ [Electronic Resource] URL: https ://www.consultant.r u/document/cons _ do c _ LAW _ 19702/4057a6f5e303a2921b3690c2dfb94361b1f918d/#: ~: text (date of 01.02.2026) circulation.
2. On the securities market: Federal Law of April 22, 1996 No. 39-FZ [Electronic Resource] URL: https://www.consultant.ru/document/cons _ doc _ LAW _ 19587/6be4c9a5f48d627f38ecfd90a94b8d2c0c804b14/(circulation date 05.10.2025)
3. On the specifics of the issue and circulation of state and municipal securities: Federal Law of the Russian Federation of July 29, 1998 No. 136-FE. [Electronic resource] URL: https://www.consultant.ru/doc ument/cons _ doc _ LAW _ 19587/6be4c9a5f48d627f38ecfd90a94b8d2c0c804b14/. (Accessed 10.10.2025)
4. Belomyttseva O.S. Subfederal bonds and municipal bonds: market development trends and elements of the debt management concept, 2014. [Электронный ресурс] - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ subfederalnye-i-munitsipalnye-obligatsii-tendentsii-razvitiya-rynka-i-elementy-kontseptsii-upravleniya-dolgom (Дата обращения 10.10.2025)
5. Weisberg V., Ermak A. Subfederal loans: forward to the past//Cbonds review, 2013. [E-resource] URL: https ://review.cbonds. info/article/magazines/3489/(date of contact 11.02.2026).
6. Galanov V. A. Securities market: textbook. - M.: INFRA-M, 2007. - 448 s.
7. Investment Port Moscow Exchange. [Electronic resource] - URL: https://www.moex.com/s2644 (date of contact 15.01.2026).
8. Cbonds Investment Portal. [Electronic resource] - URL: https://cbonds.ru/bonds/ (date of contact 15.01.2026).
9. RusBonds investment portal. [Electronic resource] - URL: https://rusbonds.ru/filters/bonds/new (date of contact 10.10.2025).
10. Investment portal RusBonds: glossary Electronic resource] - URL: https://rusbonds.ru/issuers/glossary (date of circulation 18.01.2026).
11. Finam Investment Portal. [Electronic resource] - URL: https://bonds.finam.ru/ (date of contact 15.01.2026).
12. Levin V.S. Assessment of the investment attractiveness of regional bonds of the Orenburg region in the context of easing monetary policy and global uncertainty. [Электронный ресурс] - URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-investitsionnoy-privlekatelnosti-regionalnyh-obligatsiy-orenburgskoy-oblasti-v-usloviyah-smyagcheniya-denezhno-kreditnoy/viewer (дата обращения 12.10.2025)
13. floating rate bond//Cbonds: glossary. Electronic resource] - URL: https://cbonds.ru/glossary/floating-rate-note/ (date of contact 18.01.2026).
14. Pshenichnaya V.P., Kholodov A.A. Government loan bonds as a tool for financing public debt//Formation of mechanisms for sustainable development of the region's economy, 2021. - 79-82 s.
15. Semernina Yu.V., Yakunina A.V. Subfederal bonds as a tool for financing public debt of Russian regions//Bulletin of SSSEU, 2020. - №3 (82).
16. Syrbu A.P., Dmitrieva E.V., Zorina Y.O. Subfederal bonds: is the game worth the candle ?//Questions of modern science and practice, 2018. -86-95 s.
17. Shcherbakov A.A. Economic essence and classification of subfederal bonds. [Электронный ресурс] URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-suschnost-i-klassifikatsiya-subfederalnyh-obligatsiy/viewer (дата обращения 15.09.2025).
18. Yakunina A.V., Semernina Yu.V. On the issue of classification of bonds//Finance and Credit, 2012. - №48. - 2-12 s.
19. Cestau D., Hollifield B., Li D., Schurfoff N. Municipal bond markets // Annual Review Financial Economics, 2019. [Electronic resource] - URL: https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-financial-110118-123034 (date of contact 18.01.2026).
20. Schoenmaker D., Schramade W. Valuing Bonds // In: Corporate Finance for Long-Term Value. Springer Texts in Business and Economics. Springer, Cham, 2023. [Electronic resource] - URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35009-2_8 (date of contact 17.01.2026).

Банковский сектор России в современных условиях: анализ состояния и оценка влияния дестабилизирующих факторов на его устойчивость и развитие

Савчина Оксана Владимировна
к.э.н., доцент, доцент кафедры «Финансы, учет и аудит», экономический факультет, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), savchina-ovl@rudn.ru,

Усачева Вероника Дмитриевна
магистрант направления «Финансы и кредит», экономический факультет, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 1132241654@pfur.ru,

Савчина Ольга Владимировна
старший преподаватель кафедры «Финансы, учет и аудит», экономический факультет, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), savchina-ov@rudn.ru

Статья посвящена комплексному анализу состояния банковского сектора России в 2019–2024 гг. в контексте нарастающих макроэкономических дисбалансов, санкционного давления и ужесточения регуляторной политики. Актуальность исследования обусловлена необходимостью выявления внутренних и внешних факторов, дестабилизирующих финансовую систему, а также оценки финансовой устойчивости банков в условиях экономической турбулентности. Целью работы является выявление дестабилизирующих факторов и количественная оценка их влияния на устойчивость и развитие банковского сектора России в современных условиях.
Методологическую основу составляет структурно-динамический подход с элементами ретроспективного анализа на основе официальных статистических данных Банка России, Ассоциации российских банков и профильных аналитических источников.
Анализ ключевых показателей 2019–2024 гг. позволяет охарактеризовать банковский сектор России как умеренно устойчивый: с одной стороны, он демонстрирует стабильный уровень капитала, рентабельности и рост активов; с другой - сохраняются уязвимости, связанные с ростом проблемных кредитов, высокой чувствительностью отдельных сегментов кредитного портфеля банков к процентной политике и макроэкономическим изменениям, а также увеличением структурных расходов, оказывающих давление на эффективность работы банков.
Ключевые слова: банковский сектор, кредитные организации, финансовая устойчивость, дестабилизирующие факторы, санкционное давление, риски, регуляторная политика.

Введение

Банковский сектор России на рубеже 2019–2024 гг. проходил через периоды резкого возрастания внешних и внутренних шоков, которые обусловили специфику его развития и трансформации. Сочетание экономических ограничений, связанных с пандемией COVID-19, санкционного давления и повышения ключевой ставки способствовало сдвигу парадигмы развития банковских услуг. Одновременно усилилось влияние цифровой повестки, поскольку банки стали активнее внедрять цифровые каналы, обновлять модели риск-менеджмента и работать над проектами, связанными с выпуском и оборотом цифрового рубля. Как отмечают Гаврилова Э.Н. и Данаева К.Л. [1], банковская сфера в России сохраняет ключевую роль для национальной экономики, но находится под воздействием масштабных структурных изменений, которые требуют переосмысления стратегических подходов к формированию портфеля кредитов, оптимизации операционных процессов и капитализации. В свете этих обстоятельств вопрос о текущем состоянии российского банковского сектора, а также о факторах, определяющих его устойчивость и дальнейшее развитие, приобретает особую важность как для коммерческих банков, так и для регулятивных органов.

Динамика ключевых показателей банковского сектора России в 2019–2024 гг.

Период с 2019 по 2024 гг. стал для российского банковского сектора временем интенсивной трансформации, наглядно продемонстрировавшим, каким образом сочетающееся воздействие внешнеэкономических шоков, внутренней регуляторной политики и макрофинансовых дисбалансов отражается на устойчивости банковской системы, её доходности и качестве активов [2]. Эволюция ключевых агрегированных показателей представлена в таблице 1, и позволяет проследить как структурные, так и конъюнктурные изменения в динамике сектора.

Таблица 1
Основные показатели развития банковского сектора России в 2019–2024 гг.

Год	Кол-во кредитных организаций (на 01.01)	Кол-во банков (на 01.01)	Активы, трлн ₽	Капитал, трлн ₽	Чистая прибыль, трлн ₽	ROE, %	ROA, %	H1.0, %
2019	484	440	88,7	9,6	1,7	19,7	2,2	12,3
2020	442	402	103,7	10,7	1,6	15,7	1,7	12,5
2021	406	366	120,3	11,9	2,4	21,1	2,1	12,3
2022	370	335	134,6	13,4	0,2	1,8	0,2	12,7
2023	360	325	167,8	15,6	3,3	25,9	2,3	13,3
2024	360	323	199,3	17,5	4,0	23,8	2,1	12,5

Источник: Составлено авторами по данным сайта ЦБ РФ: www.cbr.ru (дата обращения: 16.06.2025).

Прежде всего, обращает на себя внимание сокращение количества действующих кредитных организаций: с 484 в начале 2019 г. до 360 на начало 2024 г. (−25,6%). Аналогично сократилось и количество банков — с 440 до 323 единиц. Этот тренд отражает продолжающуюся тенденцию к консолидации отрасли, обусловленную как регуляторными инициативами Банка России, направленными на повышение прозрачности и надёжности сектора, так и естественным выбыванием менее эффективных игроков в условиях усиливающейся конкуренции и внешнего давления [3].

На фоне снижения количества участников наблюдался устойчивый рост совокупных активов банковского сектора: с 88,7 трлн руб. в 2019 г. до 199,3 трлн руб. в 2024 г., что эквивалентно почти двукратному увеличению. Активы банковского сектора в 2019–2024 гг. демонстрировали поступательный рост, однако его темпы заметно варьировались. В 2020 г. они увеличились на 16,9%, несмотря на пандемию и экономическую турбулентность, банки смогли сохранить положительную динамику. В 2021 г. темп прироста составил 16,0%, чему способствовали восстановление деловой активности, реализация отложенного спроса и стимулирующие меры со стороны государства и Банка России. В 2022 г. рост замедлился до 11,9% на фоне введения санкций и нестабильности валютного рынка. В 2023 г. активы увеличились на 24,6%, а в 2024 г. — на

18,7%. Последние два года рост был обусловлен активным кредитованием в условиях бюджетного стимулирования и действия высокой ключевой ставки, позволявшей банкам поддерживать процентную маржу.

Динамика чистой прибыли оказалась подвержена значительным колебаниям. После умеренного снижения в 2020 г. (1,6 трлн руб. против 1,7 трлн руб. в 2019 г.), связанного с ростом резервов на фоне пандемии COVID-19, в 2021 г. наблюдался резкий рост прибыли до 2,4 трлн руб., что отражает восстановление качества активов и рост операционных доходов. В 2022 г. прибыль сократилась до 0,2 трлн руб., что связано с санкционным шоком, переоценкой рисков, ростом издержек фондирования и временной парализацией внешнеэкономических операций. Однако в последующие годы — в 2023 и 2024 гг. — банковский сектор продемонстрировал высокую адаптивность: прибыль достигла 3,3 и 4,0 трлн руб. соответственно, что объясняется восстановлением процентных доходов, реструктуризацией активов и снижением отчислений в резервы при стабилизации макросреды.

Показатели рентабельности также продемонстрировали значительную волатильность. Рентабельность собственного капитала (ROE) составляла 20% в 2019 г. и снизилась до 16% в 2020 г. на фоне роста резервов. В 2021 г. ROE восстановился до 21%, отражая эффект восстановления. В 2022 г. произошёл резкий обвал — до 1,8%, что зафиксировало масштабное сокращение прибыльности банковского сектора. Вместе с тем, уже в 2023 г. ROE восстановился до 26%, что указывает на успешную адаптацию крупных банков, получивших возможность увеличивать прибыль за счёт высокой ключевой ставки, укрепления внутреннего рынка и стабилизации рублёвой ликвидности.

Аналогичную динамику демонстрировал и показатель рентабельности активов (ROA): после умеренного снижения в 2020 г. (1,7% против 2,2% в 2019 г.), он восстановился в 2021 г. (2,1%), резко сократился в 2022 г. до 0,2%, а затем стабилизировался на уровне 2,3% в 2023 и 2,1% в 2024 гг.

Норматив достаточности общего капитала (Н1.0), являющийся одним из ключевых индикаторов устойчивости банковской системы, в 2019–2024 гг. оставался в целом стабильным и превышал минимальное пороговое значение, установленное Банком России (8%). Среднесрочный уровень находился в диапазоне 12,3–13,3%, демонстрируя способность банков сохранять достаточный запас капитала даже в условиях нарастающих внешних и внутренних шоков. Незначительные колебания норматива могут быть объяснены ускоренным ростом активов в условиях активного кредитования и влиянием пересмотра структуры активов с повышенным рисковым весом. Увеличение Н1.0 до 12,5% в 2024 г. отражает как восстановление прибыльности, так и адаптацию банков к более жёсткой регуляторной и макроэкономической среде, в том числе за счёт внутренней капитализации и умеренного роста риска. Таким образом, сектор продемонстрировал устойчивость по данному показателю даже в условиях санкционного давления и волатильной процентной политики.

Таблица 2

Темпы прироста кредитования и просроченной задолженности по сегментам в 2019–2024 гг.

Год	Темпы прироста корпоративных кредитов, % г/г	Темпы прироста розничных кредитов, % г/г	Темпы прироста просроченной задолженности по кредитам ЮЛ и ИП, % г/г	Темпы прироста просроченной задолженности по кредитам ФЛ, % г/г
2019	+4,6	+18,9	+10,8	+6,8
2020	+9,7	+13,5	+14,5	+22,1
2021	+12,0	+23,1	-14,6	+8,1
2022	+14,7	+9,5	+2,3	+13,9
2023	+20,7	+23,0	-2,1	+3,7
2024	+17,8	+9,6	+7,4	+14,9

Источник: Составлено авторами по данным сайта ЦБ РФ: www.cbr.ru (дата обращения: 16.06.2025).

Анализ динамики кредитного портфеля в разных сегментах кредитования (таблица 2) позволяет выявить характерные отличия реакций корпоративного и розничного бизнеса на макроэкономические шоки. В корпоративном сегменте наблюдалось поступательное ускорение темпов роста: с 4,6% в 2019 г. до 20,7% в 2023 г., что объясняется как эффектом мягкой денежно-кредитной политики в период пандемии, так и последующей адаптацией компаний к санкционной среде и удорожанию ресурсов. Несмотря на ужесточение условий финансирования в 2024 г., корпоративное кредитование сохраняло высокие темпы (17,8%), что отражает переориентацию на внутренние источники заимствований и активное бюджетное стимулирование.

Розничное кредитование было более подвержено колебаниям. Период с 2019 по 2021 гг. характеризовался быстрым ростом (до 23,1% в 2021 г.), чему способствовали снижение ставок и рост потребительского спроса. Однако, начиная с 2022 г., темпы стали заметно колебаться (9,5% в 2022 г., 23,0% в 2023 г., 9,6% в 2024 г.) под влиянием роста ключевой ставки, снижения реальных доходов и усиления долговой нагрузки.

Динамика просроченной задолженности демонстрирует различную чувствительность сегментов к шокам. В рознице рост просрочки был более выраженным: +22,1% в 2020 г., +13,9% в 2022 г., +14,9 % в 2024 г., что указывает на высокую уязвимость домохозяйств к изменению ставок и ухудшению макроусловий. В корпоративном секторе просрочка колебалась менее резко, с эпизодами снижения (например, в 2021 и 2023 гг.), но с возобновлением роста в 2024 г. (+7,4%), что свидетельствует об аккумуляции рисков в отдельных отраслях.

Дестабилизирующие факторы, влияющие на устойчивость и развитие российского банковского сектора, и их количественная оценка

В период с 2019 по 2024 гг. банковский сектор РФ оказался под воздействием множества внутренних и внешних шоков, каждый из которых, так или иначе, влиял на качество активов, уровень резервирования, ценовые параметры фондирования и, в конечном итоге, на прибыльность всего сектора. Выявление и классификация таких факторов позволяет понять, какие риски в той или иной степени носили кратковременный характер, а какие оказались системными, требуя долгосрочной перестройки бизнес-модели.

Для простоты анализа рассмотрим два временных отрезка: 2020–2021 гг. и 2022–2024 гг. На каждом из этих отрезков выделим первичные факторы (такие, которые напрямую вызвали ключевые потрясения) и вторичные (те, которые явились следствием или усилением первичных).

Дестабилизирующие факторы в 2020–2021 гг.

В 2020–2021 гг. главным первичным дестабилизирующим фактором для банковского сектора России стала пандемия COVID-19 (углубившая глобальный экономический кризис), а также связанные с ней внешние шоки (например, резкий обвал мировых цен на нефть весной 2020 г.). Эти факторы вызвали мощное ухудшение макроэкономической ситуации (спад ВВП, рост безработицы и т. д.) и усилили волатильность на финансовых рынках. В свою очередь, резкое замедление экономики привело к росту операционных и кредитных рисков в банковской системе. В условиях неопределённости ЦБ РФ ввёл экстренные регуляторные послабления (отсрочка увеличения резервов по реструктурированным кредитам, снижение буферов капитала и т. д.), чтобы смягчить шок и поддержать выдачу новых кредитов.

Среди вторичных факторов, непосредственно вызванных пандемией и сопровождающих её, можно выделить: санитарно-эпидемиологические ограничения и локдауны, послабления банковского регулирования и значительные изменения в поведении экономических агентов. Первое проявилось в закрытии значимых отраслей (туризм, услуги, торговля), что ударило по бизнесу и населению и спровоцировало всплеск просроченной задолженности. Регуляторные послабления (как временные смягчения требований к резервированию и капиталу) помогли банкам частично компенсировать убытки, но одновременно отсрочили проблемы на будущие периоды. Изменение поведения населения и бизнеса проявилось в «уходе» части сбережений из банковской системы и массовом перетоке «домашних» накоплений на финансовые рынки.

Рассмотрим, в чем проявились вторичные дестабилизирующие факторы в период с 2020 по 2021 гг.:

1. Временное ухудшение финансовых результатов банков

Во многом из-за резкого ухудшения экономики и одновременно исторически низких процентных ставок прибыль банков в 2020 г. сократилась. Совокупная чистая прибыль сектора составила около 1,6 трлн руб. — примерно на 6% меньше показателя 2019 г. Показатель ROE в 2020 г. снизился на 4 п.п. до 15,7%, из-за усиленного расходования прибыли и доначисления резервов совокупный коэффициент достаточности капитала сократился примерно на 0,2 п.п. Расходы на формирование резервов на возможные потери по кредитам выросли до примерно 1,24 трлн руб. в 2020 г., что на 52% выше уровня 2019 г. (если в 2019 г. было около 0,8 трлн). Именно поэтому чистая процентная маржа банков упала: средний показатель NIM сократился примерно с 4,4% в 1 квартале 2020 г. до 4,2% в 1 квартале 2021 г. В результате доля убыточных кредитных организаций выросла — число банков с отрицательным финансовым результатом увеличилось до 75 (против 68 годом ранее) (приблизительно до 20% от всех банков). Перешедшие в убыток банки оказались в большей степени мелкими и локальными, но их возросшее число отражает общую напряжённость ситуации.

2. Кризис доверия к рублю и финансовой системе

Пандемия спровоцировала у населения и инвесторов заметное ухудшение доверия к национальной валюте и местным активам. Это выразилось в резком оттоке частного капитала: по оценкам ЦБ РФ, чистый вывод капитала частного сектора в 2020 г. составил примерно $47,8 млрд (для сравнения: $22,1 млрд в 2019 г.) [4]. Ухудшение экономической конъюнктуры и снижение ставок в банках привели к тому, что физлица начали забирать вклады и переключаться на более рискованные инструменты. Например, по оценкам ВТБ, объём срочных депозитов населения сократился более чем на 10% в 2020 г. (до 20,6–20,7 трлн руб.).

При этом в общей массе средств на счетах физлиц произошло перераспределение: выросла доля краткосрочных накопительных счетов и оборот наличной валюты, часть средств перетекла в ценные бумаги. Одним из наиболее наглядных «симптомов» стало резкое увеличение инвестиций населения в биржевые фонды: за 2020 г. чистый приток средств в российские ETF и биржевые паевые фонды вырос более чем в 5 раз — с 17 млрд руб. в 2019 г. до примерно 90 млрд руб. в 2020 г. [5]. Это указывает на перелив свободных сбережений из традиционных банковских вкладов на рынок ценных бумаг и рост «аппетита» к риску на фоне падения доходности банковских вкладов. Сокращение вкладов и массовый вывод капитала сочетались с тем, что население стало консервативнее относиться к рублю и кредитам, что в совокупности усилило давление на ликвидность банков и их стоимость фондирования.

3. Рост кредитного риска

Последствия экономического спада проявились в ухудшении качества кредитного портфеля банков. Нарастающая безработица и снижение доходов побудили банки ужесточить требования к оценке заемщиков, но при этом задолженность физлиц и компаний стала обслуживаться хуже. Стоимость кредитного риска (CoR) в кредитном портфеле резко возросла: по оценкам Банка России, показатель по розничным кредитам вырос примерно с 1,4% в конце 2019 г. до порядка 4,4% к середине 2020 г., а по корпоративным кредитам - с 1,0% до 2,0%. Соответственно, выросло и количество просроченных долгов. По имеющимся оценкам Банка России, объём невозвращённых (просроченных) потребительских кредитов вырос на 6,8% в 2020 г. и на 22,2% в 2021 г. (по сравнению с предыдущим годом); для юрлиц прирост просроченной задолженности составил порядка +10,8% и +14,5%, соответственно. Такая динамика означала, что в банках формировался более значительный пул сомнительных долгов. Для смягчения ситуации государство и регулятор стимулировали реструктуризацию кредитов и продление льгот для неплатежеспособных заемщиков: по итогам 2020 г. банки уже реструктурировали порядка 6,8 трлн руб. кредитов (около 10% всего портфеля). При этом объём реструктурированных кредитов физических лиц, по оценкам Банка России, вырос с 1,9 трлн до 5,9 трлн руб. в период с мая по сентябрь 2020 г. (в основном за счёт отсрочек по ипотеке и потребительским кредитам) [6]. Эти меры помогли сдержать всплеск дефолтов в краткосрочной перспективе, но создают дополнительную нагрузку на будущие резервные потребности банков.

Дестабилизирующие факторы в 2022–2024 гг.

Вспышка санкционного давления в начале 2022 г. стала поворотной точкой в развитии российского банковского сектора, резко усилив воздействие уже имевшихся структурных уязвимостей, выявленных в 2020–2021 гг. Если ранее банки адаптировались к внутренним шокам — эпидемии COVID-19, периодам регуляторного ослабления и волатильности спроса на кредиты, — то с февраля 2022 г. они столкнулись с беспрецедентными внешними ограничениями. Массовое введение санкций, отключение ключевых банков от международной системы SWIFT и блокировка активов спровоцировали геополитическую и финансовую изоляцию. Это, в свою очередь, породило целый комплекс вторичных факторов, оказавших системное давление на устойчивость банков: от сужения внешних каналов фондирования и повышения ключевой ставки до ускоренного роста просроченной задолженности, усиления киберугроз и ужесточения надзора со стороны регулятора. Эти факторы стали не только следствием, но и механизмом пролонгированного давления на банки, препятствующим устойчивому восстановлению и стратегическому планированию.

Рассмотрим подробнее вторичные дестабилизирующие факторы в период с 2022 по 2024 гг.:

1. Изоляция от международной системы

Помимо официальных санкций, ограничился приток капитала: иностранные банки и инвесторы массово уходили с рынка. По данным Банка России, на октябрь 2024 г. количество российских банков с иностранным участием сократилось до 85 (минимум за 10 лет; в январе 2024 г. их было 89). Из-за потери доступа к международным рынкам капитала выросла зависимость от внутренних ресурсов. Банки активнее вкладывали рубли в государственные бумаги (портфель ОФЗ вырос примерно на 1,5 трлн руб. за 2023 г.), однако общая доля ценных бумаг в активах уменьшилась (с 14,1% на конец 2022 г. до 12,9% на конец 2023 г.) [7]. Устранение доллара и евро в расчётах сократило валютные кредиты и займы, а ЦБ РФ (СПФС) и НСПК лишь частично компенсировали утраченные возможности SWIFT. Ограниченные зарубежные источники финансирования сказывались на ликвидности банков и приводили к усиленному привлечению депозитов населения.

2. Рост просроченной задолженности

Усиление экономических ограничений, рост ставок и давления инфляции привели к ухудшению качества кредитного портфеля. По оценке «Эксперт РА», объём потенциально проблемных кредитов на начало 2023 г. достиг 700 млрд руб. (~6% капитала сектора). На розничном рынке к началу апреля 2025 г. доля кредитов с просрочкой свыше 90 дней выросла с 7,7% до 10,5% (по сравнению с апрелем 2024 г.). В корпоративном сегменте банками отмечаются учащённые реструктуризации: ЦБ РФ сообщает о некотором ухудшении (например, доля реструктурированных кредитов МСП составила 13% на начало 2023 г., крупного бизнеса — 18% на начало 2024 года). По итогам марта 2025 г. доля просроченной задолженности по кредитам субъектов МСП составила 4,8% (против 4,7% в феврале 2025 г.) [8].

Это отражается в увеличении резервов: например, в 2024 г. банками высвободилось 129 млрд руб. (сокращение отчислений в резервы), но переоценка качества портфеля требует бдительности. В совокупности рост NPL ведёт к снижению рентабельности кредитования и росту затрат на покрытие рисков.

3. Периоды высокой ключевой ставки

В ответ на инфляционную спираль и девальвационные риски ЦБ РФ повысил ключевую ставку до исторически высокого уровня. С июля 2023 г. ставка выросла с 7,5% до 16% к концу года, а в октябре 2024 г. достигла 21% (сохранялась на этом уровне в 1 кв. 2025 г.). В июне 2025 г. ставка была снижена до 20%. Это сделало кредиты исключительно дорогими: замедлился рост выдач ипотеки и потребкредитов (например, объем выдачи ипотеки в 4 кв. 2024 г. снизился на 16% в годовом выражении, до 0,9 трлн руб.). Для банков жёсткая денежно-кредитная политика усилила источники доходов от плавающих ставок (прибыль от кредитования выросла), но при этом снизила чистую процентную маржу: по данным Банка России, ЧПМ в 2024 г. сократилась до ~4,2% (против 4,7% в 2023 г.). Высокая ставка также увеличила риск перекредитованности части корпоративного портфеля: по данным Банка России, значительная доля коммерческих организаций смогла обслуживать удорожавшие займы за счёт рекордных прибылей, но компании с высокой долговой нагрузкой испытывают давление.

4. Киберугрозы

Банки остаются приоритетной мишенью для киберпреступников ввиду концентрации ликвидности. По данным RED Security, за первые 10 мес. 2024 г. были зафиксированы почти 17 тыс. атак на банки – вдвое больше, чем за весь 2023 г. [9]. Удары приходятся как на веб-ресурсы (DDoS, уязвимости), так и на социнженерные атаки (фишинг с использованием ИИ). Пик пришёлся на август–октябрь 2024 г.: в августе число атак почти вдвое превысило показатель августа 2023 г. Эти атаки вызывают рост расходов на ИТ-защиту и резервирование (усложняют ИТ-инфраструктуру), хотя благодаря масштабным системам киберзащиты массовых отключений удалось избежать. Тем не менее усиление кибершантажа (в т.ч. утечка персональных данных – более 161 млн строк клиентов финансовых организаций в 2023 г. по данным некоторых отчётов) подрывает доверие и требует постоянного роста бюджетов безопасности.

Дестабилизирующие факторы в 2025 г.

В первом квартале 2025 г. банковский сектор РФ продемонстрировал устойчивость, но вместе с тем проявились и сохраняются признаки структурных уязвимостей. Чистая прибыль банков составила 744 млрд руб., снизившись на 17% по сравнению с аналогичным периодом 2024 г. Снижение прибыли было вызвано ростом операционных расходов — на 17% в годовом выражении, включая увеличение затрат на персонал и амортизацию, что отражает общее расширение бизнеса. Дополнительное давление на прибыль оказали повышенные отчисления на страхование вкладов.

Ставки остаются на высоком уровне, что оказывает давление на прибыльность. Так, чистая процентная маржа (NIM) по сектору в целом составила 4,2%. Однако без учета крупнейшего игрока, Сбербанка, NIM

заметно ниже и составил лишь 3,3%, тогда как в течение 1–3 кварталов 2024 г. этот показатель был выше и составлял 3,9%. Это указывает на разнонаправленную доходность между системообразующими и остальными банками и повышенную чувствительность части сектора к стоимости фондирования.

Кредитные риски остаются ключевым источником дестабилизации. В рознице CoR вырос до 3,6% — существенно выше исторического среднего (~2%), в основном из-за ухудшения качества необеспеченного потребительского кредитования. Доля проблемных кредитов в этом сегменте увеличилась до 10,5%. При этом рост просрочки наблюдается преимущественно по займам, выданным в 2023–2024 гг. заемщикам с недостаточной кредитной историей. Несмотря на высокое покрытие резервами (91%), риск дальнейшего ухудшения качества активов сохраняется.

В корпоративном сегменте CoR достиг 0,6% и ожидается его дальнейший рост до 0,8–1,2% к концу года. Проблемные корпоративные кредиты выросли до 6,1%, в том числе за счет сокращения общего объема кредитования. Кроме того, сохраняется значительный объем рискованных реструктуризаций — 2,7 трлн руб. (3,4% портфеля), особенно в строительном и промышленном секторах. Это свидетельствует о структурной закредитованности ряда заемщиков, особенно в капиталоемких отраслях.

Отдельного внимания заслуживает повышение операционных и регуляторных расходов. Банки существенно увеличили затраты на страхование вкладов (+24%), что отражает рост пассивов и расширение периметра ФОСВ. Кроме того, сохраняются риски по судебным искам, под которые в I квартале было зарезервировано 59 млрд руб. [10].

Так, дестабилизирующие факторы, выявленные в I квартале 2025 г.:

1. Опережающий рост операционных расходов при умеренном росте доходов, что сужает чистую прибыль сектора.

2. Неравномерная доходность: вне Сбербанка сектор демонстрирует снижение маржи, что указывает на ограниченные возможности для наращивания прибыли.

3. Рост объемов резервирования создает нагрузку на капитал, хотя формальный показатель достаточности капитала (H1.0) сохраняется на уровне 13%.

4. Уязвимость отдельных сегментов корпоративного портфеля к процентному давлению и ухудшению макрофинансовых условий (застройщики, промышленные предприятия).

Тенденции развития российского банковского сектора на ближайшие 1-2 года

С учетом текущих условий и тенденций, Банк России в базовом сценарии сохраняет умеренно жесткий прогноз по денежно-кредитной политике, оказывающей ключевое влияние на состояние банковского сектора. В 2025 г. средняя ключевая ставка, согласно уточненному прогнозу, останется в диапазоне 18,8–19,6%, что продолжит оказывать давление на стоимость фондирования, сдерживая кредитную активность и ограничивая возможности расширения маржи вне крупнейших игроков. В 2026 г. ставка, как ожидается, начнет снижаться (до 12,0–13,0%), а в 2027 г. — вернется в нейтральный диапазон (7,5–8,5%), создавая предпосылки для восстановления темпов кредитования и устойчивого роста банковского сектора [11].

Прогнозируется переход банковского сектора от структурного профицита ликвидности к дефициту, что может привести к повышенному спросу на краткосрочную ликвидность и формированию ставок денежного рынка выше ключевой. Такая ситуация может усилить конкуренцию за ресурсы между банками и повысить стоимость межбанковского фондирования, особенно для менее финансово устойчивых кредитных организаций. Это, в свою очередь, ограничит способность части банков расширять кредитование и удерживать доходность. При этом ЦБ РФ с апреля 2025 г. начал проводить недельные аукционы репо, адаптируя инструментарий к новой ликвидной структуре рынка.

На фоне сохраняющейся жесткости денежно-кредитной политики и действия макропруденциальных ограничений, Банк России сохраняет консервативные прогнозы по динамике банковских показателей: рост кредитов экономике в пределах 6–11%, ипотечного портфеля — 3–8%, портфель потребительских кредитов, напротив, продолжит сокращаться. При этом чистая процентная маржа (NIM) по-прежнему ожидается на уровне более 4%, что свидетельствует о сохранении относительной доходности операций в условиях высокой стоимости фондирования. Также стоит отметить существенный прогнозируемый рост средств населения на счетах — в пределах 16–21%, обусловленный привлекательностью депозитов в условиях высоких ставок и стабильного притока сбережений. Несмотря на ожидаемое снижение маржинальных показателей и рост кредитных рисков, банки рассчитывают сохранить чистую прибыль на уровне 3,0–3,5 трлн руб. [12].

Заключение

Проведённое исследование позволяет констатировать, что российский банковский сектор в 2019–2024 гг. претерпел значительные структурные изменения под влиянием серии внешних и внутренних шоков. Сектор демонстрировал тенденцию к консолидации, выражающуюся в сокращении числа банков почти на 36%, и при этом сохранял способность к восстановлению прибыльности после кризисных периодов, что отражает высокую адаптивность и маржинальность отдельных игроков.

В то же время анализ показателей устойчивости выявил разнонаправленную динамику. С одной стороны, достаточность капитала, высокая рентабельность крупнейших банков и государственная поддержка создают базу для стабильного функционирования сектора. С другой стороны, сохраняются структурные уязвимости: неравномерная доходность между системообразующими и остальными банками, рост проблемных потребительских и корпоративных кредитов, высокая чувствительность отдельных сегментов кредитного портфеля банков к процентной политике и макроэкономическим изменениям, а также увеличение операционных и регуляторных расходов.

Дестабилизирующие факторы 2025 г. могут усиливать эти уязвимости: опережающий рост операционных расходов, снижение чистой процентной маржи вне крупнейших банков, рост резервирования по проблемным и реструктурированным активам, а также уязвимость отдельных корпоративных сегментов создают дополнительное давление на устойчивость сектора. В то же время опыт предыдущих лет показывает, что адекватная политика банков — адаптация к монетарным условиям, управление кредитными и операционными рисками, диверсификация источников доходов — позволяет смягчать негативное влияние экономической нестабильности.

Таким образом, российский банковский сектор можно охарактеризовать как умеренно устойчивый, однако его долгосрочная стабильность требует комплексного подхода: укрепления капитала, оптимизации кредитного портфеля, внедрения цифровых и технологических решений, а также эффективного управления рисками. При этом важно отметить, что во многом финансовая устойчивость достигается через адаптацию стратегий банков к регулирующей политике Банка России, что подчёркивает синергию между внутренней гибкостью кредитных организаций и действиями регулятора. Такая комбинация мер создаёт основу для дальнейшей модернизации сектора и обеспечения его устойчивого развития в условиях сохраняющихся дестабилизирующих факторов.

Литература

1. Гаврилова Э.Н., Данаева К.Л. Банковский сектор России: современное состояние и тенденции развития // Вестник МУИВ. Сер. 1: Экономика и управление. – 2021. – № 1(36). – С. 7-14. – DOI 10.21777/2587-554X-2021-1-7-14.

2. Матерова Е.С., Белов А.В., Сафиуллин Л.Н., Гайзатуллин Р.Р. Финансовая устойчивость банковской системы России в условиях внешних шоков // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17., № 6. – С. 2291-2304. – DOI: 10.18334/ce.17.6.117835.

3. Галиева Г.М., Нигматуллина Г.Р., Самигуллина Л.И. Банковский сектор России: укрупнение и консолидация банков // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2025. – № 2. – С. 25-29. – DOI: 10.34773/EU.2025.2.4.

4. Чистый отток частного капитала из России в 2020 году вырос больше чем в два раза // Forbes.ru. – 2021. – URL: https://www.forbes.ru/newsroom/finansy-i-investicii/418945-chistyy-ottok-chastnogo-kapitala-iz-rossii-v-2020-godu-vyros (дата обращения: 14.07.2025).

5. Московская биржа расширяет список инструментов, доступных на вечерних торгах // Московская биржа. – 2021. – URL: https://www.moex.com/n32844 (дата обращения: 12.07.2025).

6. Влияние пандемии COVID-19 на устойчивость российской банковской системы // Аналитический материал РА Националь. – 2020. – URL: https://www.ra-national.ru/sites/default/files/Russian%20Banking%20System_Sept%202020_NRA_Oct20.pdf (дата обращения: 12.07.2025).

7. Банки и экономика: Итоги IV квартала 2023 года // Ассоциация банков России. – 2024. – № 1(8) (IV кв. 2023). – URL: https://asros.ru/upload/iblock/688/dzcmvdzpjhh1zp5p1ga5b8j73gj86hpj/Banki-i-ekonomika_IV-kv.-2023_itog.pdf (дата обращения: 03.08.2025).

8. Ларин И., Якупова Ю., Коршунов Р., Сараев А. Кредитование МСБ в 2023–2024 годах: на правах драйвера рынка // Эксперт РА. – 2024. – 17 апр. – URL: https://raexpert.ru/researches/banks/msb_forecast_2024/ (дата обращения: 12.08.2025).

9. RED Security SOC: в октябре 2024 г. финансовый сектор подвергся волне кибератак // CNews. – 2024. – 8 нояб. – URL:

https://www.cnews.ru/news/line/2024-11-08_red_security_soc_v_oktyabre_2024_gfinansovyj (дата обращения: 12.08.2025).

10. Статистические показатели банковского сектора Российской Федерации [Электронный ресурс] // Банк России. – URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/review/ (дата обращения: 16.06.2025).

11. Резюме обсуждения ключевой ставки на «неделе тишины» и в ходе заседания Совета директоров Банка России 25 июля 2025 года // Банк России. – 2025. – 6 авг. – URL: https://www.cbr.ru/dkp/mp_dec/decision_key_rate/summary_key_rate_06082025/ (дата обращения: 14.08.2025).

12. Банк России сохранил прогноз на 2025 год по ключевым показателям банковского сектора // Банк России. – 2025. – 11 июня. – URL: https://cbr.ru/press/event/?id=24707 (дата обращения: 14.07.2025).

The banking sector of Russia in the current conditions: analysis of the state and assessment of the impact of destabilizing factors on its stability and development

Savchina O.V., Usacheva V.D., Savchina O.V.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

The article is devoted to a comprehensive analysis of the state of the Russian banking sector in 2019–2024 in the context of growing macroeconomic imbalances, sanctions pressure and tightening of regulatory policy. The relevance of the study is due to the need to identify internal and external factors that destabilize the financial system, as well as to assess the stability of banks in conditions of economic turbulence. The purpose of the study is to identify destabilizing factors and quantify their impact on the financial stability and development of the Russian banking sector in the current conditions. The methodological basis is the structural-dynamic approach with the elements of retrospective analysis based on official statistical data from the Bank of Russia, the Association of Russian Banks, and specialized analytical sources.

The analysis of the key indicators for 2019–2024 allows us to characterize the state of the Russian banking sector as moderately stable. On the one hand, the banking sector demonstrates the sustainable level of capital, profitability and asset growth. On the other hand, there are still vulnerabilities related to the growth of problem loans, the high sensitivity of certain segments of banks' loan portfolio to interest rate policies and macroeconomic changes, and the increase in structural costs that put pressure on the efficiency of banks.

Keywords: banking sector, credit organizations, financial stability, destabilizing factors, sanctions pressure, risks, regulatory policy.

References

1. Gavrilova E.N., Danaeva K.L. The Russian banking sector: current state and development trends // Bulletin of MUIV. Ser. 1: Economics and Management. – 2021. – № 1(36). – Pp. 7-14. – DOI 10.21777/2587-554X-2021-1-7-14.
2. Materova E.S., Belov A.V., Safiullin L.N., Gaizatullin R.R. Financial stability of the Russian banking system in the face of external shocks // Creative economy. – 2023. – Vol. 17., No. 6. – pp. 2291-2304. – DOI: 10.18334/ce.17.6.117835.
3. Galieva G.M., Nigmatullina G.R., Samigullina L.I. The banking sector of Russia: consolidation and consolidation of banks // Economics and Management: a scientific and practical journal. - 2025. – No. 2. – pp. 25-29. – DOI: 10.34773/EU.2025.2.4.
4. The last step of a private investor from Russia in 2020 will be made by a big man twice // Forbes.ru . – 2021. – URL: https://www.forbes.ru/newsroom/finansy-i-investicii/418945-chistyy-ottok-chastnogo-kapitala-iz-rossii-v-2020-godu-vyros (date of request: 07/14/2025).
5. Moscow Exchange expands the list of instruments available at evening trading // Moscow Exchange. - 2021. – URL: https://www.moex.com/n32844 (accessed: 07/12/2025).
6. The impact of the COVID-19 pandemic on the stability of the Russian banking system // Analytical Journal of the Russian Academy of Sciences – 2020. – URL: https://www.ra-national.ru/sites/default/files/Russian%20Banking%20System_Sept%202020_NRA_Oct20.pdf (date of request: 07/12/2025).
7. Iconomics banks: Results of the fourth quarter of 2023 // Association of Banks of Russia. – 2024. – № 1(8) (IV thousand 2023). – URL: https://asros.ru/upload/iblock/688/dzcmvdzpjhh1zp5p1ga5b8j73gj86hpj/Banki-i-ekonomika_IV-kv.-2023_itog.pdf (date of reference: 08/03/2025).
8. Larin I., Yakupova Yu., Korshunov R., Saraev A. SME lending in 2023-2024: as a market driver // Expert RA. – 2024. – 17 Apr. – URL: https://raexpert.ru/researches/banks/msb_forecast_2024 / (date of access: 08/12/2025).
9. RED Security SOC: in October 2024, the financial sector was exposed to a large cyberspace // CNews. – 2024. – November 8. – URL: https://www.cnews.ru/news/line/2024-11-08_red_security_soc_v_oktyabre_2024_gfinansovyj (date of access: 08/12/2025).
10. Statistical indicators of the banking sector of the Russian Federation [Electronic resource] // Bank of Russia. – URL: https://cbr.ru/statistics/bank_sector/review / (date of access: 06/16/2025).
11. Summary of the key rate discussion during the "week of silence" and during the meeting of the Board of Directors of the Bank of Russia on July 25, 2025 // Bank of Russia. - 2025. – Aug. 6 – URL: https://www.cbr.ru/dkp/mp_dec/decision_key_rate/summary_key_rate_06082025 / (date of issue: 08/14/2025).
12. The Bank of Russia has maintained its forecast for 2025 according to key indicators of the banking sector // Bank of Russia. – 2025. – June 11. – URL: https://cbr.ru/press/event/?id=24707 (date of request: 07/14/2025).

Вторичные санкции как инструмент трансформации международной финансовой архитектуры

Татаров Тимофей Валерьевич
Аспирант, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, timofey-tatarov@mail.ru

Вторичные санкции, обладающие выраженным экстерриториальным характером и распространяющие ограничения на третьи юрисдикции посредством угрозы отключения от долларовой финансовой инфраструктуры, выступают катализатором глубокой трансформации международной финансовой архитектуры, проявляющейся в формировании параллельных платежно-расчетных контуров и эрозии монопольного положения резервной валюты. Механизм их действия отличается от традиционных торговых ограничений генерацией chilling effect, обусловливающего феномен overcompliance среди глобальных банков и корпораций, что приводит к добровольному отказу от законных операций, значительному сокращению корреспондентских отношений – на 29% за период 2012–2024 годов – и росту комплаенс-издержек, превысивших 49 млрд долларов в 2023 году. Анализ охватывает множественные уровни воздействия: от ускоренного развития альтернативных систем передачи финансовых сообщений, таких как CIPS с объемом операций 5,83 трлн юаней в 2024 году и СПФС, до диверсификации валютной структуры резервов центральных банков, где доля доллара снизилась на 1,6 процентных пункта, и институциональной политизации регуляторных органов. Особое внимание уделяется неоднородности адаптационных стратегий различных групп государств – от углубленного комплаенса и двойной интеграции в странах Персидского залива и Индии до вынужденной автаркии в санкционированных экономиках, – а также кумулятивным эффектам, порождающим замкнутый цикл, в котором фрагментация снижает эффективность принуждения и стимулирует дальнейшее расширение рестрикций. Концепция инфраструктурной бифуркации позволяет точнее описать наблюдаемые процессы, нежели нарративы радикальной дедолларизации или неизменности статус-кво, поскольку предполагает сосуществование высоколиквидного, но политически уязвимого долларового контура и мультивалютного, фрагментированного, но устойчивого к внешнему давлению альтернативного. Представленные материалы раскрывают количественные и качественные индикаторы трансформации, включая динамику золотых резервов, сдвиги в российско-китайских расчетах, где доля национальных валют превысила 90%, и роль инициатив БРИКС, что обеспечивает основу для оценки долгосрочных перспектив глобальной финансовой стабильности и релевантности дальнейшего изучения в контексте нарастающей геоэкономической конкуренции.

Ключевые слова: Вторичные санкции, инфраструктурная бифуркация, overcompliance, chilling effect, альтернативные платежные системы.

Введение

Вторичные санкции, распространяющие ограничительное воздействие на третьи страны и их экономических агентов, формально не связанных с первичным объектом рестрикций, за последнее десятилетие переместились из периферии международно-правового дискурса в центр дебатов о будущем глобальной финансовой системы. 78,4% трансграничных долларовых расчётов по-прежнему проходят через корреспондентские счета в юрисдикции США [9], что наделяет Вашингтон беспрецедентным инструментарием экстерриториального принуждения. Масштаб этого инструментария нарастает нелинейно.

Если в 2010 г. перечень SDN (Specially Designated Nationals) Управления по контролю за иностранными активами (OFAC) насчитывал около 6 200 записей, то к марту 2025 г. их число превысило 16 400 – при том, что методология подсчёта менялась дважды, и прямое сопоставление рядов допустимо лишь с оговорками [3]. Совокупный объём замороженных суверенных активов, по оценкам Банка международных расчётов, достиг 394 млрд долл. к концу 2024 г. Точность этой цифры, впрочем, дискуссионна; ряд центральных банков не раскрывают структуру резервов в разрезе юрисдикций хранения.

Механизм вторичных санкций принципиально отличается от классических торговых эмбарго. Угроза отключения от долларового клиринга порождает так называемый «chilling effect» – добровольное сверхсоблюдение (overcompliance) со стороны банков и корпораций, которые предпочитают отказаться от законной сделки, нежели рисковать потерей корреспондентских отношений с американскими контрагентами [7]. По данным Wolfsberg Group, в 2023 г. глобальные расходы на комплаенс в сфере санкционного скрининга составили 49,2 млрд долл. – на 23% выше уровня 2021 г.

В специализированной литературе отсутствует консенсус относительно квалификации вторичных санкций. Одна группа исследователей – преимущественно представители англо-саксонской школы международного экономического права – трактует их как легитимное выражение «рыночной власти» эмитента резервной валюты [12]. Альтернативная позиция, артикулированная рядом авторов континентальной традиции, рассматривает вторичные рестрикции как нарушение принципа суверенного равенства государств и экстерриториальную узурпацию юрисдикционных полномочий [5]. Между этими полюсами – обширная зона неопределённости, в которой вопросы экономической целесообразности переплетены с проблематикой международного публичного права.

Реакция на расширение санкционного инструментария прослеживается в конкретных институциональных сдвигах. Доля китайского юаня в международных торговых расчётах возросла с 1,9% в январе 2022 г. до 4,7% в декабре 2024 г. по данным SWIFT [11]; впрочем, альтернативные системы обмена финансовыми сообщениями (CIPS, СПФС) обрабатывают растущий, но всё ещё статистически скромный объём трансакций – около 5,8 трлн юаней через CIPS за 2024 г. Одновременно не менее 23 стран-членов БРИКС и партнёров блока заявили о создании либо тестировании двусторонних платёжных механизмов, минующих корреспондентскую инфраструктуру, привязанную к доллару. Ускорение этих процессов порождает вопрос, на который настоящее исследование пытается ответить: в какой степени вторичные санкции, задуманные как инструмент принуждения, де-факто катализируют структурную фрагментацию международной финансовой архитектуры и формируют предпосылки для возникновения альтернативных платёжно-расчётных контуров.

Представляется дискуссионным и вопрос об обратной связи: фрагментация, снижая эффективность санкционного давления, вынуждает инициатора рестрикций расширять их охват, что, в свою очередь, усиливает стимулы к дальнейшей диверсификации финансовой инфраструктуры – замкнутый цикл, динамика которого пока слабо формализована в экономической теории.

Материалы и методы исследования

Информационную основу работы составили нормативные акты и регуляторные документы органов исполнительной власти США (Executive Orders 13662, 13846, 14024; директивы OFAC за период 2014–2025 гг.), регламенты Совета Европейского Союза (Регламенты 269/2014, 833/2014 в консолидированной редакции, включая 14-й пакет санкций, принятый в июне 2024 г.), а также нормативные материалы ЦБ РФ, касающиеся развития Системы передачи финансовых сообщений. Общий массив привлечённых нормативных источников – 47 документов.

Статистическая база опирается на несколько разнородных корпусов данных, что необходимо оговорить. Макроэкономические индикаторы (ВВП, торговые балансы, валютная структура резервов) извлекались из баз МВФ (World Economic Outlook, COFER), Всемирного банка (WDI) и ОЭСР за 2018–2025 гг. Данные о трансграничных платежах и валютной структуре расчётов получены из ежемесячной статистики SWIFT (RMB Tracker) и годовых отчётов CIPS. Сведения о санкционных списках и блокирующих мерах систематизированы по реестрам OFAC (SDN List, Sectoral Sanctions Identifications List) и базе данных Castellum.AI, охватывающей 37 санкционных режимов. Временной охват динамических рядов неоднороден: по валютной структуре резервов – с I квартала 2018 г. по IV квартал 2024 г.; по данным CIPS – с 2021 г., поскольку более ранние отчёты системы не содержат сопоставимой помесячной разбивки.

Для разграничения первичных и вторичных санкционных механизмов потребовался контент-анализ нормативных актов с выделением семантических маркеров экстерриториальности – формулировок, распространяющих действие ограничений на «любое лицо» (any person), независимо от юрисдикции инкорпорации. Частотный анализ выявил концентрацию таких формулировок в исполнительных указах 2018–2024 гг. – 84% документов этого периода содержат не менее одной экстерриториальной клаузулы против 39% в период 2010–2017 гг. [14]. Различие статистически устойчиво, хотя конфаундинг-фактор – общий рост объёма санкционного законодательства – не элиминирован полностью.

Сравнительный институциональный анализ привлекался к оценке реакции финансовых систем различных юрисдикций на расширение вторичных рестрикций. Здесь аналитическая единица – не отдельный нормативный акт, а институциональный ответ (создание альтернативной платёжной системы, заключение валютных свопов, модификация резервной политики).

Структурно-функциональный подход позволил декомпозировать международную финансовую архитектуру на четыре уровня: расчётно-платёжная инфраструктура; корреспондентские банковские сети; валютная структура резервов и торговых расчётов; институциональные нормы и стандарты (базельские соглашения, рекомендации FATF). Трансформация каждого уровня оценивалась по собственному набору индикаторов, агрегирование которых в единый индекс не производилось ввиду принципиальной несводимости качественных и количественных метрик. Этот методологический выбор осознан: построение композитного индекса «санкционного давления» требует весовых коэффициентов, валидация которых выходит за рамки имеющейся эмпирической базы [1].

Для анализа динамических рядов (доля валют в резервах, объём транзакций через альтернативные платёжные системы, число новых санкционных обозначений по кварталам) применялся метод группировок с разбивкой на два подпериода: 2018–2021 гг. и 2022–2024 гг., рубежом между которыми выступает резкая интенсификация рестрикционной политики в связи с украинским кризисом.

Результаты и обсуждение

Экстерриториальная природа вторичных санкций наиболее отчётливо фиксируется в механизме так называемого «отсечения» (disconnection) от долларовой инфраструктуры. Угроза утраты доступа к корреспондентским счетам в американских банках превращает частные финансовые институты третьих стран в де-факто агентов по исполнению политических решений Вашингтона [8]. Феномен overcompliance – избыточного соблюдения санкционных предписаний – зафиксирован по результатам опроса, проведённого Институтом международных финансов (IIF) в 2023 г.: 67% респондентов из банковского сектора Юго-Восточной Азии указали, что отклоняют транзакции при любом – даже сомнительном – совпадении с санкционными списками, не дожидаясь юридической верификации.

Масштаб побочных эффектов поддаётся количественной оценке лишь приблизительно. По расчётам ОЭСР, за 2022–2024 гг. совокупные издержки «де-рискинга» (закрытие корреспондентских счетов, отказ от обслуживания целых юрисдикций) для стран Центральной Азии составили 2,1–2,8 млрд долл. в упущенных торговых потоках. Диапазон оценки обусловлен тем, что часть товаропотоков перенаправляется через неформальные каналы, не отражаемые таможенной статистикой.

Переконфигурация корреспондентских банковских сетей – процесс, эмпирически наблюдаемый с 2014 г. Количество активных корреспондентских отношений в глобальном масштабе сократилось на 29% между 2012 и 2024 гг. (данные Комитета по платежам и рыночным инфраструктурам BIS). Санкционная мотивация – лишь один из драйверов; среди прочих – ужесточение требований AML/CFT и консолидация банковского сектора. Вычленить «чистый» санкционный эффект из совокупной динамики затруднительно, и любые попытки атрибуции носят оценочный характер.

Вместе с тем ускоренная деградация корреспондентских связей с 2022 г. заслуживает внимания. В подпериоде 2018–2021 гг. среднегодовое сокращение числа активных корреспондентских линий составляло 3,1%. После февраля 2022 г. показатель вырос до 5,7% в годовом выражении – при том, что общая регуляторная нагрузка AML/CFT не претерпела столь же резкого скачка. Совпадение по времени с массированным расширением вторичных санкций не доказывает каузальность, однако корреляция устойчива на квартальных данных.

Параллельно разворачивается процесс строительства альтернативной платёжной инфраструктуры. Китайская CIPS обработала в 2024 г. 5,83 трлн юаней – рост на 41% по сравнению с 2023 г. Число прямых участников системы достигло 142 (против 76 в начале 2022 г.), косвенных – превысило 1 400. Российская СПФС к концу 2024 г. подключила, по данным Банка России, 556 организаций из 20 юрисдикций; впрочем, детализированная статистика объёмов сообщений, передаваемых через СПФС иностранными участниками, публично не раскрывается, что делает количественные оценки международной составляющей системы спекулятивными.

Обращает на себя внимание неоднородность институциональных ответов по регионам. Страны Персидского залива – прежде всего ОАЭ и Саудовская Аравия – придерживаются стратегии «двойной интеграции»: сохраняют глубокую встроенность в долларовую инфраструктуру и одновременно развивают пилотные проекты расчётов в национальных валютах (проект mBridge под эгидой BIS, тестируемый с 2022 г.). Для государств, уже подвергшихся блокирующим санкциям, – Ирана, КНДР, в значительной мере России – стимулы к созданию параллельных контуров несопоставимо выше; однако и технические возможности ограничены отключением от мейнстримной технологической базы.

Валютная структура глобальных резервов меняется медленнее, чем можно было бы ожидать при «санкционном шоке» 2022 г. Доля доллара в распределённых валютных резервах, по данным COFER МВФ, снизилась с 58,9% в I квартале 2022 г. до 57,3% в III квартале 2024 г. Сокращение на 1,6 процентных пункта за два с половиной года – темп, по всей видимости, недостаточный для того, чтобы квалифицировать происходящее как «дедолларизацию» в сильном смысле слова. Вместе с тем агрегированные данные COFER маскируют значительную гетерогенность: ряд центральных банков (Китай, Индия, Турция, Бразилия) проводят активную диверсификацию, тогда как союзники США, напротив, увеличили долларовую компоненту портфелей.

Золото – отдельный сюжет. Чистые покупки золота центральными банками в 2022 г. составили 1 082 тонны, в 2023 г. – 1 037 тонн, в 2024 г. – 894 тонны (World Gold Council). Снижение в 2024 г. отчасти объясняется ценовым фактором: стоимость тройской унции превысила 2 400 долл., что сделало наращивание резервов более затратным. Народный банк Китая, крупнейший покупатель 2023 г. (225 тонн), в отдельные месяцы 2024 г. приостанавливал закупки, возобновляя их нерегулярно [6].

Влияние вторичных санкций на торговые расчёты целесообразно анализировать на примере российско-китайской торговли, объём которой в 2024 г. достиг 244,8 млрд долл. (данные Главного таможенного управления КНР). Если в 2021 г. более 80% расчётов осуществлялось в долларах и евро, то к IV кварталу 2024 г. соотношение инвертировалось: свыше 90% двусторонних платежей проводилось в юанях и рублях. Тем не менее переход сопровождался издержками – расширением спредов конвертации, ростом числа отклонённых платежей китайскими банками на 34% в первом полугодии 2024 г. (оценка Российско-Азиатского союза промышленников), удлинением сроков прохождения транзакций.

Системные последствия санкционного давления на институциональные нормы и стандарты – предмет менее очевидный, но, вероятно, не менее значимый в долгосрочной перспективе. FATF, формально являющаяся техническим органом, неоднократно синхронизировала свои «серые» и «чёрные» списки с политическими решениями G7 [10]. Помещение России в так называемый «чёрный список» FATF в феврале 2023 г. – случай, не имеющий прецедента для экономики подобного масштаба.

Аналитическая рамка для систематизации наблюдаемых трансформаций может быть построена на основе разграничения четырёх уровней воздействия вторичных санкций на международную финансовую архитектуру (табл. 1).

Если первые два уровня фиксируемых трансформаций обладают сравнительно чёткой эмпирической базой, то изменения на третьем и четвёртом уровнях значительно труднее квантифицировать. Структура резервов центральных банков раскрывается с лагом и не всегда в полном объёме; около 40% мировых резервов (по оценке COFER) остаются нераспределёнными, т.е. не отнесёнными к конкретной валюте в публичной отчётности. Институциональные нормы – ещё более сложный объект; об их эрозии можно судить лишь по косвенным индикаторам, таким

как частота ссылок на «двойные стандарты» FATF в официальных позициях стран-членов «двадцатки».

Таблица 1
Уровни воздействия вторичных санкций на международную финансовую архитектуру

Уровень	Основной механизм воздействия	Наблюдаемая реакция (2022–2025)	Степень обратимости
Расчётно-платёжная инфраструктура	Отключение от SWIFT; угроза отсечения от долларового клиринга	Ускоренное развитие CIPS, СПФС; пилот mBridge. Объёмы пока не сопоставимы с SWIFT	Низкая; созданные системы инерционны
Корреспондентские банковские сети	Добровольный «де-рискинг» и overcompliance частного сектора	Сокращение числа корреспондентских линий, рост спредов, удлинение расчётных цепочек	Среднесрочно – частично обратима при снятии рестрикций; утраченное доверие восстанавливается медленно
Валютная структура резервов и расчётов	Заморозка суверенных активов как прецедент	Диверсификация резервов; рост покупок золота; переход на расчёты в нац. валютах – неоднородно по регионам	Дискуссионно; зависит от скорости формирования ликвидных альтернатив
Институциональные нормы	Политизация технических регуляторных органов (FATF, Базельский комитет)	Эрозия восприятия «нейтральности» стандартов; попытки создания альтернативных площадок (Новый банк развития БРИКС)	Эффект фиксируется неустойчиво; эмпирических замеров мало

Санкционное давление генерирует не только центробежные, но и, как ни парадоксально, центростремительные тенденции внутри долларовой системы. Государства, опасающиеся вторичных рестрикций, в ряде случаев усиливают комплаенс-инфраструктуру и углубляют интеграцию с американской юрисдикцией, стремясь минимизировать риски. По данным OFAC, количество добровольных раскрытий (voluntary self-disclosures) выросло с 841 в 2021 г. до 1 247 в 2024 г. Этот рост может косвенно свидетельствовать о расширении «дисциплинарного» эффекта вторичных санкций – по крайней мере среди тех участников, для которых выход из долларовой системы нерационален.

Выводы

За период 2018–2025 гг. количество экстерриториальных санкционных обозначений в реестрах OFAC выросло более чем втрое, причём 84% нормативных актов, принятых после 2018 г., содержат клаузулы, распространяющие действие ограничений на лиц любой юрисдикции. Интенсификация вторичного давления коррелирует с ускорением структурных сдвигов в международной финансовой архитектуре – утверждение, которое, впрочем, нуждается в оговорке: корреляция зафиксирована на квартальных данных, но строгая каузальная атрибуция остаётся методологически проблемной.

Среднегодовое сокращение числа активных корреспондентских линий в подпериоде 2022–2024 гг. достигло 5,7% против 3,1% в 2018–2021 гг. Ускорение совпало с расширением практики overcompliance, а не с пропорциональным ужесточением регуляторных требований AML/CFT, – что косвенно позволяет атрибутировать значительную часть эффекта санкционному фактору.

Если обратиться к валютной компоненте, динамика резервов оказывается менее драматичной, чем нередко предполагается в публицистике. 1,6 процентных пункта – столько потерял доллар в совокупной структуре распределённых валютных резервов с I квартала 2022 г. по III квартал 2024 г. Агрегат COFER, однако, скрывает разнонаправленные траектории: центральные банки Китая, Индии и Турции провели заметную диверсификацию, тогда как союзники США увеличили долларовые позиции.

Золотой канал абсорбции продемонстрировал иную ритмику. 1 082 тонны чистых покупок в 2022 г. сменились 894 тоннами в 2024 г. – замедление отчасти ценовое (превышение порога 2 400 долл. за унцию), отчасти связанное с дискретным характером закупок крупнейшего покупателя. Устойчивость этого тренда – предмет, по которому уверенные суждения преждевременны; слишком короток временной ряд для экстраполяции.

Альтернативная платёжная инфраструктура – CIPS, СПФС, пилотный проект mBridge – растёт по абсолютным показателям, но её доля в глобальных межбанковских расчётах остаётся ниже 1%. 5,83 трлн юаней, проведённых через CIPS в 2024 г., – цифра значительная в абсолютном выражении и несущественная на фоне дневного оборота в 6,5 трлн долл. на глобальном валютном рынке.

Типология стратегий адаптации – от углублённого комплаенса до вынужденной автаркии – позволяет констатировать отсутствие единого вектора институциональной реакции. Средние и малые экономики, вынужденные балансировать между долларовым и альтернативным контурами, несут непропорциональные транзакционные издержки, оцениваемые ОЭСР в 2,1–2,8 млрд долл. для одного лишь центральноазиатского региона за 2022–2024 гг.

Стоит, вероятно, признать, что российско-китайский кейс – 90% расчётов в национальных валютах при товарообороте 244,8 млрд долл. – фиксирует предельный случай инверсии валютной структуры, однако его воспроизводимость в иных двусторонних парах сомнительна. Рупиевый механизм SRVA, при всей институциональной поддержке Резервного банка Индии, охватил менее 2% торгового оборота, обнажив структурную проблему нереконвертируемости. Распространять выводы, полученные на одной экстремальной точке, на весь спектр международных расчётов – методологически некорректно.

Наблюдаемый процесс точнее всего описывается не как дедолларизация, а как инфраструктурная бифуркация: формирование параллельных расчётных контуров, в каждом из которых доллар может сохранять значительную роль, но утрачивает безальтернативность. Скорость этой бифуркации – функция от двух переменных: интенсивности вторичного санкционного давления и скорости накопления ликвидности в альтернативных инструментах. По состоянию на март 2025 г. ни одна из альтернатив не приблизилась к критическому порогу, за которым переключение становится самоподдерживающимся, – доля юаня в глобальных платежах составляет 4,7% по данным SWIFT за декабрь 2024 г.

Литература

1. Тимофеев И. Н. Противодействие экономическим санкциям: российский законодательный и институциональный опыт // Финансовый журнал. 2021. Т. 13. № 4. С. 8-23.
2. Тимофеева Ю. С. Санкции и принудительные меры США в отношении компаний финансового сектора // Финансовый журнал. 2021. Т. 13. № 4. С. 39-51.
3. Лихачева А. Б. О стратегических эффектах односторонних санкций: российский опыт // Финансовый журнал. 2021. Т. 13. № 4. С. 52-66.
4. Успаева М. Г., Гачаев А. М. Нелинейная динамика валютных курсов и управление риском портфеля международных активов с учетом режимных переключений и асимметричных распределений доходностей // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 8. С. 83-92.
5. Головнин М. Ю. Денежно-кредитная политика России: реакция на новые внешние вызовы // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2023. № 1. С. 7-20.
6. Синиченко О. А. Влияние санкционной политики на состояние банковского сектора России // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2024. Т. 24. вып. 1. С. 11-20.
7. Рычков В. В. Анализ влияния новостей о санкциях на финансовые рынки России // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 2. С. 71-115.
8. Переход С. А., Мхитарян А. В., Селифонкина Д. С. Международные санкции против России (2014–2024 гг.): оценка и последствия для финансового рынка // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 4. С. 116-138.
9. Кочергин Д. А., Андрюшин С. А. Перспективы международных расчетов цифровыми валютами центральных банков на платформенной основе в зарубежных странах и России // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2024. № 6. С. 156-185.
10. Ли Цзяхуэй, Аржаев Ф. И. Трансформация международных финансов и дедолларизация национальных экономик // Дискуссия. 2024. Т. 122. № 1. С. 140-146.
11. Филин С. А. Введение цифрового рубля и систем цифровых валют центробанков стран БРИКС+ как инструмент снижения санкционных рисков и ускорения процесса дедолларизации мировой экономики // Финансы и кредит. 2024. Т. 30. № 12. С. 2646-2665.
12. Балюк И. А., Балюк М. А. Участие России в деятельности международных финансовых институтов в условиях внешних санкций: проблемы и перспективы // Финансовый журнал. 2025. Т. 17. № 4. С. 8-25.
13. Синельникова-Мурылева Е. В., Джаохадзе Е. Д. Платежные системы на базе оптовых ЦВЦБ и потенциал применения цифрового рубля в трансграничных расчетах // Финансовый журнал. 2025. Т. 17. № 4. С. 26-43.
14. Агузарова Л. А., Тибилов А. Д. Влияние санкций на устойчивость банковской системы России: институциональный и регуляторный аспекты // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. № 10. С. 14-23.
15. Умаханова З. Б. Влияние санкций на финансовую безопасность государства в условиях цифровизации экономики // Уникальные научные идеи, теории, проекты. 2025. № 9. С. 36-42.

Secondary sanctions as a tool for transforming the international financial architecture

Tatarov T.V.
Central China Normal University

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

Secondary sanctions, which possess a pronounced extraterritorial character and extend restrictions to third jurisdictions through the threat of disconnection from the dollar financial infrastructure, act as a catalyst for a profound transformation of the international financial architecture. This transformation manifests itself in the formation of parallel payment and settlement circuits and the erosion of the monopoly position of the reserve currency. Their mechanism of action differs from traditional trade restrictions by generating a chilling effect that conditions the phenomenon of overcompliance among global banks and corporations. This leads to the voluntary refusal to conduct lawful operations, a significant reduction in correspondent relationships – by 29% over the period 2012–2024 – and growth in compliance costs exceeding $49 billion in 2023. The analysis covers multiple levels of impact: from the accelerated development of alternative financial messaging systems, such as CIPS with a transaction volume of 5.83 trillion yuan in 2024 and SPFS, to the diversification of the currency structure of central bank reserves, where the dollar's share declined by 1.6 percentage points, and the institutional politicization of regulatory bodies. Particular attention is paid to the heterogeneity of adaptation strategies among different groups of states – from deepened compliance and dual integration in the Persian Gulf countries and India to forced autarky in sanctioned economies – as well as to the cumulative effects that generate a self-reinforcing cycle in which fragmentation reduces the effectiveness of coercion and stimulates further expansion of restrictions. The concept of infrastructural bifurcation allows a more accurate description of the observed processes than narratives of radical dedollarization or the immutability of the status quo, since it presupposes the coexistence of a highly liquid but politically vulnerable dollar circuit and a multicurrency, fragmented, yet resilient to external pressure alternative. The materials presented reveal quantitative and qualitative indicators of the transformation, including trends in gold reserves, shifts in Russian–Chinese settlements where the share of national currencies exceeded 90%, and the role of BRICS initiatives. This provides a foundation for assessing the long-term prospects of global financial stability and the relevance of further study in the context of intensifying geoeconomic competition.

Keywords: Secondary sanctions, infrastructural bifurcation, overcompliance, chilling effect, alternative payment systems.

References

1. Timofeev I. N. Countering Economic Sanctions: Russian Legislative and Institutional Experience // Financial Journal. 2021. Vol. 13. No. 4. Pp. 8-23.
2. Timofeeva Yu. S. Sanctions and US Coercive Measures against Financial Sector Companies // Financial Journal. 2021. Vol. 13. No. 4. Pp. 39-51.
3. Likhacheva A. B. On the Strategic Effects of Unilateral Sanctions: The Russian Experience // Financial Journal. 2021. Vol. 13. No. 4. Pp. 52-66.
4. Uspaeva M. G., Gachaev A. M. Nonlinear Dynamics of Exchange Rates and Risk Management of a Portfolio of International Assets, Taking into Account Mode Switches and Asymmetric Yield Distributions // Environmental Management Issues. 2025. Vol. 4. No. 8. Pp. 83-92.
5. Golovnin M. Yu. Russia's Monetary Policy: Response to New External Challenges // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2023. No. 1. Pp. 7-20.
6. Sinichenko O. A. The Impact of Sanctions Policy on the State of Russia's Banking Sector // Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Economics. Management. Right. 2024. Vol. 24. Issue 1. Pp. 11-20.
7. Rychkov, V. V. Analysis of the Impact of Sanctions News on Russia's Financial Markets // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 2. Pp. 71-115.
8. Perekhod, S. A., Mkhitaryan, A. V., and Selifonkina, D. S. International Sanctions against Russia (2014-2024): Assessment and Consequences for the Financial Market // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 4. Pp. 116-138.
9. Kochergin D. A., Andryushin S. A. Prospects for International Settlements in Digital Currencies of Central Banks on a Platform Basis in Foreign Countries and Russia // Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences. 2024. No. 6. Pp. 156-185.
10. Li Jiahui, Arzhayev F. I. Transformation of International Finance and the Dedollarization of National Economies // Discussion. 2024. Vol. 122. No. 1. pp. 140-146.
11. Filin S. A. Introduction of the digital ruble and digital currency systems of the central banks of the BRICS+ countries as a tool to reduce sanctions risks and accelerate the process of de-dollarization of the world economy // Finance and Credit. 2024. Vol. 30. No. 12. pp. 2646-2665.
12. Balyuk I. A. Balyuk M. A. Russia's participation in the activities of international financial institutions in the context of external sanctions: problems and prospects // Financial Journal. 2025. Vol. 17. No. 4. pp. 8-25.
13. Sinelnikova-Muryleva E. V., Dzhaokhadze E. D. Payment systems based on wholesale central securities and the potential of using the digital ruble in cross-border settlements // Financial Journal. 2025. Vol. 17. No. 4. pp. 26-43.
14. Aguzarova L. A., Tibilov A.D. The impact of sanctions on the stability of the Russian banking system: institutional and regulatory aspects // Economics and Management: Problems, Solutions. 2025. No. 10. Pp. 14-23.
15. Umakhanova Z. B. The Impact of Sanctions on the Financial Security of the State in the Context of Digitalization of the Economy // Unique Scientific Ideas, Theories, and Projects. 2025. No. 9. Pp. 36-42.

Цифровая трансформация финансового образования: новые требования к подготовке специалистов финансовой сферы

Титов Вадим Евгеньевич
старший преподаватель кафедры высшей математики и механики, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, vadimtitov460@gmail.com

В работе рассматривается роль цифровизации в подготовке специалистов по направлениям, связанным с финансами. Показано, что цифровая трансформация финансового сектора меняет не только инструменты профессиональной деятельности, но и содержание образовательных программ. Современный специалист финансового профиля должен обладать не только теоретическими знаниями в области финансов, учета, налогообложения и анализа, но и цифровыми компетенциями: умением работать с большими данными, аналитическими платформами, электронными платежными системами, цифровыми финансовыми сервисами и инструментами автоматизации. Особое внимание уделяется необходимости обновления образовательных программ, внедрения практико-ориентированных заданий и формирования навыков критической оценки цифровой информации.
Ключевые слова: цифровизация, финансовое образование, цифровые компетенции, финансовые технологии, подготовка специалистов, цифровая экономика.

Введение

Цифровизация стала одним из ключевых факторов развития современной экономики [1, 5]. Особенно заметно ее влияние проявляется в финансовой сфере, где активно развиваются дистанционные банковские сервисы, электронные платежи, цифровые платформы, автоматизированные системы анализа данных, технологии искусственного интеллекта и финансовые технологии. В этих условиях меняются требования к специалистам, занятым в области финансов, бухгалтерского учета, банковского дела, налогообложения, страхования и инвестиционной деятельности [2].

Традиционная модель подготовки финансовых специалистов, основанная преимущественно на изучении теоретических основ финансов и стандартных расчетных методов, уже не в полной мере соответствует запросам рынка труда. Работодателям требуются выпускники, способные не только выполнять типовые финансовые операции, но и использовать цифровые инструменты, анализировать большие массивы данных, работать с информационными системами и оценивать риски цифровой финансовой среды [3].

Актуальность темы определяется тем, что цифровизация финансового образования должна рассматриваться не как простое внедрение дистанционного обучения или электронных платформ, а как более глубокое изменение содержания, методов и результатов подготовки специалистов.

Цифровизация финансового сектора как фактор изменения требований к специалистам

Финансовая сфера относится к числу тех областей, где цифровизация проявляется особенно активно. Это связано с высокой скоростью обработки информации, большим объемом финансовых данных, необходимостью оперативного принятия решений и постоянным взаимодействием между организациями, государственными структурами и клиентами. Если ранее значительная часть финансовых операций выполнялась вручную или с использованием ограниченного набора программных средств, то сегодня большинство процессов переносится в цифровую среду [2, 4].

Банковское обслуживание, бухгалтерский учет, налоговая отчетность, инвестиционный анализ, страхование, кредитование и управление личными финансами все чаще осуществляются с применением цифровых платформ. Распространение онлайн-банкинга, мобильных платежей, электронного документооборота, автоматизированных учетных систем и аналитических программ меняет саму логику профессиональной деятельности. Специалист финансового профиля уже не может ограничиваться только знанием нормативных документов, методов расчета и принципов учета. Он должен понимать, как устроены цифровые инструменты, какие данные они используют, какие ошибки могут возникать при автоматизации и какие риски связаны с цифровой обработкой финансовой информации [3].

Особое значение приобретает работа с данными. Современные финансовые решения все чаще принимаются на основе анализа больших массивов информации: клиентских операций, рыночных показателей, отчетности организаций, динамики платежей, кредитной истории, инвестиционных данных. Поэтому специалисту необходимо владеть не только традиционными методами финансового анализа, но и навыками обработки, интерпретации и визуализации данных. Это требует более тесной связи финансовой подготовки с математикой, статистикой и информационными технологиями [1].

Цифровизация также влияет на структуру профессиональных рисков. Возрастает значение кибербезопасности, защиты персональных данных, достоверности цифровой информации и устойчивости финансовых систем. Ошибка специалиста может быть связана не только с неправильным расчетом, но и с некорректной настройкой программы, неверной интерпретацией автоматически сформированного отчета или недостаточным пониманием алгоритма, на основе которого система предлагает решение.

Таким образом, цифровизация финансового сектора приводит к изменению требований к выпускникам образовательных организаций. Работодателю нужен специалист, который способен соединять финансовое мышление с цифровой грамотностью. Он должен понимать экономический смысл операций, владеть инструментами их цифровой обработки и критически оценивать результаты, полученные с помощью программных средств. Именно это обстоятельство делает цифровую трансформацию финансового образования необходимым условием подготовки конкурентоспособных кадров [2, 3].

Основные направления цифровизации подготовки финансовых специалистов

Цифровизация подготовки специалистов финансовой сферы не должна пониматься узко, только как переход на дистанционные занятия или использование электронных образовательных платформ. Ее содержание значительно шире. Она предполагает изменение образовательной среды, обновление учебных программ, внедрение цифровых инструментов в практическую подготовку, развитие аналитических навыков и формирование у студентов способности работать в условиях постоянного технологического обновления [3, 4].

Первое направление связано с развитием цифровой образовательной среды. Электронные курсы, онлайн-библиотеки, системы тестирования, образовательные платформы и личные кабинеты студентов позволяют сделать учебный процесс более гибким. Студент получает возможность обращаться к материалам в удобное время, выполнять задания в электронной форме, проходить промежуточный контроль и получать обратную связь. Однако важно подчеркнуть, что наличие цифровой платформы само по себе еще не означает высокого качества образования. Если электронная среда используется только для размещения лекций и тестов, ее потенциал остается ограниченным. Более значимым является применение цифровых средств для решения профессионально ориентированных задач [1].

Второе направление связано с обновлением содержания образовательных программ. В подготовке специалистов финансового профиля должны усиливаться дисциплины и темы, связанные с цифровой экономикой, финансовыми технологиями, электронными платежами, автоматизированным учетом, цифровой отчетностью, анализом данных и информационной безопасностью. При этом такие темы не должны существовать отдельно от базовых финансовых дисциплин. Например, изучение финансового анализа может сопровождаться работой с электронными таблицами и аналитическими платформами; изучение бухгалтерского учета — использованием специализированных учетных программ; изучение банковского дела — анализом цифровых банковских сервисов [2].

Третье направление — практико-ориентированное обучение. Для финансовых специальностей особенно важно, чтобы студент не только знал определения и формулы, но и умел применять их в профессиональной ситуации. В цифровой среде это означает выполнение заданий, связанных с обработкой реальных или приближенных к реальным данных. Например, студент может анализировать финансовую отчетность организации, строить таблицы денежных потоков, рассчитывать показатели ликвидности и рентабельности, моделировать кредитную нагрузку, сравнивать инвестиционные варианты или оценивать финансовые риски. Такие задания позволяют соединить теорию с практикой и формируют навыки, востребованные на рынке труда [5].

Четвертое направление заключается в развитии междисциплинарности. Современный финансист действует на пересечении экономики, права, математики, статистики и информационных технологий. Поэтому образовательные программы должны формировать не изолированные знания, а комплексное понимание финансовых процессов. Например, работа с цифровыми финансовыми активами требует знания экономической природы актива, правового регулирования, технологической основы обращения и возможных рисков. Аналогично применение искусственного интеллекта в финансовой сфере требует понимания как финансовой задачи, так и ограничений алгоритмических решений [4].

Пятое направление связано с изменением роли преподавателя. В условиях цифровизации преподаватель становится не только источником информации, но и организатором образовательной деятельности. Его задача состоит в том, чтобы научить студентов работать с цифровыми инструментами осмысленно, понимать профессиональный смысл выполняемых действий и критически оценивать результат. Это особенно важно, поскольку автоматизация может создавать иллюзию правильности: если программа выдала расчет или отчет, студент может воспринимать его как безусловно верный. Поэтому в процессе обучения необходимо развивать способность проверять данные, видеть логические ошибки и понимать ограничения используемых инструментов [3].

Цифровые компетенции специалиста финансовой сферы

Цифровые компетенции финансового специалиста можно рассматривать как совокупность знаний, умений и навыков, необходимых для эффективной работы в цифровой профессиональной среде.

Из таблицы 1 видно, что цифровые компетенции не заменяют профессиональные финансовые знания, а дополняют их. Именно сочетание финансовой, аналитической и цифровой подготовки становится основой конкурентоспособности выпускника.

Заключение

Цифровизация играет существенную роль в подготовке специалистов по направлениям, связанным с финансами. Она меняет требования к содержанию образовательных программ, методам обучения и ожидаемым результатам подготовки. Современный специалист финансовой сферы должен владеть не только классическими финансовыми инструментами, но и цифровыми технологиями, позволяющими анализировать данные, автоматизировать расчеты, работать с электронными сервисами и учитывать риски цифровой среды.

Таблица 1
Наиболее значимые компетенции

Группа компетенций	Содержание	Значение для финансового специалиста
Работа с данными	Сбор, обработка, анализ и визуализация данных	Позволяет принимать обоснованные финансовые решения
Владение цифровыми инструментами	Использование электронных таблиц, учетных программ, BI-систем	Повышает эффективность профессиональной деятельности
Финтех-компетенции	Понимание цифровых платежей, онлайн-банкинга, платформенных сервисов	Позволяет работать с современными финансовыми продуктами
Кибербезопасность	Знание рисков цифровой среды и способов защиты информации	Снижает вероятность финансовых потерь и утечки данных
Критическое мышление	Оценка достоверности цифровой информации	Помогает избегать ошибок при принятии решений
Адаптивность	Готовность осваивать новые технологии	Обеспечивает профессиональную устойчивость специалиста

При этом цифровизация образования не должна сводиться только к использованию онлайн-платформ. Ее основное значение заключается в формировании новой модели подготовки, ориентированной на реальные условия профессиональной деятельности. Такая модель должна соединять теоретическую базу, практические задания, цифровые инструменты и развитие аналитического мышления.

Следовательно, цифровая трансформация финансового образования является необходимым условием повышения качества подготовки специалистов и их успешной адаптации к требованиям современной экономики.

Литература

1. Трунина О. Ю. Финансовые услуги в условиях цифровизации // Наука Красноярья. 2023. Т. 12. № 2. С. 143–153.
2. Масюк Н. Н., Герасимова А. А., Бушуева М. А. Цифровая финансовая грамотность и цифровые финансовые компетенции в управлении знаниями // Креативная экономика. 2023. Т. 17. № 5. С. 1637–1654.
3. Смирнова А. С., Понкратова Д. М. Цифровизация образования: вызовы, инструменты, сложности // Вестник ПГУ им. Шолом-Алейхема. 2024. № 1 (54). С. 114–120.
4. Зембатова М. А., Зембатова Л. Т. Цифровая компетентность будущих финансистов как важнейшее условие конкурентоспособности в условиях рынка труда // Мир науки, культуры, образования. 2025. № 6 (115).
5. Подборнова Е. С. Стратегическое планирование в энергосбережении на промышленных предприятиях России // Вестник Самарского университета. Экономика и управление. 2022. Т. 13. № 3. С. 44–49.

Digital Transformation of Financial Education: New Requirements for Training Financial Specialists

Titov V.E.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

This paper examines the role of digitalization in training specialists in finance-related fields. It is shown that the digital transformation of the financial sector is changing not only the tools of professional activity but also the content of educational programs. Modern financial specialists must possess not only theoretical knowledge in finance, accounting, taxation, and analysis, but also digital competencies: the ability to work with big data, analytical platforms, electronic payment systems, digital financial services, and automation tools. Particular attention is paid to the need to update educational programs, introduce practice-oriented assignments, and develop skills for critically evaluating digital information.

Keywords: digitalization, financial education, digital competencies, financial technologies, specialist training, digital economy.

References

1. Trunina O. Yu. Financial services in the context of digitalization // Nauka Krasnoyarya. 2023. Vol. 12. No. 2. Pp. 143–153.
2. Masyuk N. N., Gerasimova A. A., Bushueva M. A. Digital financial literacy and digital financial competencies in knowledge management // Creative Economy. 2023. Vol. 17. No. 5. Pp. 1637–1654.
3. Smirnova A. S., Ponkratova D. M. Digitalization of education: challenges, tools, and complexities // Vestnik of Sholom-Aleichem Priamursky State University. 2024. No. 1 (54). Pp. 114–120.
4. Zembatova M. A., Zembatova L. T. Digital competence of future financiers as the most important condition of competitiveness in the labor market // World of Science, Culture, Education. 2025. No. 6 (115).
5. Podbornova E. S. Strategic planning in energy saving at industrial enterprises in Russia // Bulletin of Samara University. Economics and management. 2022. Vol. 13. No. 3. pp. 44-49.

Сравнительный анализ налоговых льгот субсидий и тарифного регулирования для ускорения внедрения низкоуглеродных технологий в лесозаготовке переработке и логистике

Цзун Цзытун
аспирант, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, 2387100332@qq.com

В контексте глобальной трансформации энергетических систем и климатической повестки лесопромышленный комплекс выступает одновременно источником эмиссий парниковых газов и их природным поглотителем, что определяет стратегическую необходимость оптимизации инструментов государственного регулирования для ускорения перехода к низкоуглеродным технологиям в заготовке, переработке древесины и логистике. Сравнительный анализ налоговых льгот, прямых субсидий и тарифного регулирования раскрывает их дифференцированные характеристики по параметрам бюджетной эффективности, выражаемой через удельные затраты на тонну предотвращенных выбросов CO_2-эквивалента, мультипликатору привлечения частных инвестиций, административной емкости, скорости достижения экологического результата и охвата хозяйствующих субъектов. Количественные оценки демонстрируют превосходство тарифного регулирования по критериям минимизации удельных бюджетных затрат (1758,3 руб. на тонну) и максимального мультипликатора инвестиций (5,42), тогда как прямые субсидии обеспечивают кратчайший лаг экологического эффекта и высокую верифицируемость результатов, а налоговые преференции отличаются broadest охватом предприятий и минимальными административными издержками. Сегментный анализ выявляет выраженную специализацию инструментов: налоговые механизмы оптимальны для лесозаготовки с преобладанием средних предприятий и стабильными денежными потоками, субсидиарные программы — для капиталоемких стадий первичной и глубокой переработки, тарифное регулирование — для инфраструктурно-зависимой внутренней и магистральной логистики. Накопленная динамика за 2019–2023 годы подтверждает снижение углеродоемкости на 13,64–17,53% по сегментам при объеме поддержки 46,84 млрд руб. в год, иллюстрируя кумулятивные эффекты технологического обучения и необходимость дифференцированной, синергетической конфигурации инструментов с учетом региональных и технологических особенностей. Представленный анализ позволяет установить основное содержание работы, оценить ее релевантность для формирования политики декарбонизации и определить целесообразность обращения к полному тексту для получения детальных рекомендаций по архитектуре национального инструментария устойчивого развития лесного сектора.

Ключевые слова: низкоуглеродные технологии, налоговые льготы, прямые субсидии, тарифное регулирование, декарбонизация лесопромышленного комплекса.

Введение

Глобальная трансформация энергетических систем и климатическая повестка XXI века обусловили необходимость пересмотра инструментов государственного регулирования в природно-ресурсных отраслях. Лесопромышленный комплекс, включающий заготовку, переработку древесного сырья и логистические операции, занимает особое место в структуре углеродного баланса национальных экономик, поскольку одновременно выступает источником эмиссий парниковых газов и природным резервуаром их поглощения [3]. В этих условиях разработка эффективной системы стимулирования низкоуглеродных технологий приобретает стратегическое значение для устойчивого развития отрасли и выполнения международных обязательств в рамках Парижского соглашения [11].

Современные подходы к декарбонизации лесопромышленного сектора опираются на широкий спектр фискальных и регуляторных инструментов, среди которых особую значимость приобретают налоговые льготы, прямые субсидии и тарифное регулирование. Каждый из этих механизмов обладает специфическими характеристиками с точки зрения эффективности воздействия на инвестиционное поведение хозяйствующих субъектов, бюджетной нагрузки и распределительных эффектов [7]. Опыт стран Европейского союза, Канады, Скандинавии демонстрирует, что комбинированное применение указанных инструментов способно обеспечить устойчивое снижение углеродоёмкости производственных процессов при одновременном сохранении конкурентоспособности отечественных лесопромышленников на международных рынках [1]. Однако перенос успешных зарубежных практик в условия российской лесной экономики требует тщательного сопоставительного анализа с учётом институциональных, технологических и инфраструктурных особенностей.

Лесозаготовительные предприятия России характеризуются высокой степенью износа основных фондов, значительной долей устаревшего парка техники с низкими экологическими характеристиками, ограниченным доступом к долгосрочному финансированию [5]. Переработка древесины, несмотря на инвестиционную активность последних лет, остаётся энергоёмкой и в значительной мере зависит от ископаемых источников энергии, особенно в удалённых регионах. Транспортно-логистическая компонента, на которую приходится существенная доля совокупных эмиссий жизненного цикла лесопродукции, страдает от недостаточно развитой инфраструктуры биотопливных заправочных станций, отсутствия систем электрификации лесовозных дорог и фрагментарности цифровых решений для оптимизации маршрутов [13]. Указанные структурные ограничения формируют запрос на дифференцированную систему мер поддержки, способную учитывать специфику каждого звена производственной цепочки.

Дискуссия о сравнительной эффективности экономических инструментов экологической политики в академическом сообществе остаётся открытой. Сторонники налоговых преференций аргументируют свою позицию минимальным административным бременем, рыночной нейтральностью и возможностью органичной интеграции в существующие фискальные системы [9]. Защитники прямых субсидий указывают на их прицельное действие, способность преодолевать барьеры начального капитала и компенсировать рыночные провалы в высокорисковых сегментах. Тарифное регулирование, в свою очередь, рассматривается как инструмент структурного воздействия, формирующий долгосрочные ценовые сигналы для инвесторов и потребителей энергетических ресурсов [4]. Сопоставление этих подходов в контексте лесопромышленного комплекса требует одновременно теоретического обоснования и эмпирической верификации на материале конкретных проектов и программ.

Настоящее исследование направлено на выявление сравнительных преимуществ и ограничений указанных инструментов государственной поддержки применительно к различным сегментам лесопромышленного цикла. Особое внимание уделяется количественной оценке стимулирующего эффекта на инвестиции в низкоуглеродные технологии, бюджетной эффективности применяемых мер и достигаемой удельной редукции эмиссий парниковых газов [6]. Полученные результаты позволяют сформулировать рекомендации по конфигурации национального инструментария декарбонизации лесного сектора с учётом региональной дифференциации и стадии технологического перехода.

Материалы и методы исследования

Информационная база работы сформирована из материалов государственной статистики Российской Федерации, отчётности крупнейших лесопромышленных корпораций за период 2018–2023 годов, аналитических обзоров Министерства природных ресурсов и экологии, Министерства экономического развития, а также международных организаций, включая FAO, IEA и World Resources Institute [2]. Использованы данные мониторинга реализации федеральных проектов «Сохранение лесов», «Чистый воздух», региональных программ модернизации лесопромышленного комплекса. Привлечены сведения о реализованных инвестиционных проектах в области биоэнергетики, электрификации лесозаготовительной техники, цифровизации логистических процессов на основе материалов 47 предприятий из восьми лесных регионов России.

Методологическая основа исследования включает методы сравнительного экономического анализа, структурно-функциональный подход к классификации инструментов государственного регулирования, элементы эконометрического моделирования зависимостей между объёмами поддержки и инвестиционной активностью предприятий [10]. Применён инструментарий оценки бюджетной эффективности через расчёт затрат на тонну предотвращённых эмиссий CO2-эквивалента. Для сопоставления налоговых, субсидиарных и тарифных механизмов использована многокритериальная система показателей, охватывающая фискальную нагрузку, скорость отклика инвесторов, охват предприятий малого и среднего бизнеса, синергетические эффекты с другими элементами экологической политики.

Аналитический корпус исследования опирается на 38 источников научной литературы российских и зарубежных авторов, включающих монографии по экологической экономике, рецензируемые статьи в журналах из баз Scopus и Web of Science, методические руководства международных финансовых институтов [14]. Привлечены нормативно-правовые акты, регулирующие систему налогообложения лесопользования, тарифное регулирование в энергетике и транспорте, программы субсидирования технологической модернизации. Выборка инвестиционных проектов сформирована по принципу репрезентативности по размеру предприятий, географическому распределению и технологическому профилю с верификацией данных через перекрёстное сопоставление с финансовой отчётностью.

Результаты и обсуждение

Сопоставление трёх ключевых инструментов государственной поддержки декарбонизации лесопромышленного комплекса целесообразно начать с анализа их базовых параметров и распространённости в отечественной практике. Налоговые льготы, охватывающие инвестиционные налоговые вычеты, ускоренную амортизацию экологически чистого оборудования, пониженные ставки налога на имущество для объектов возобновляемой энергетики, представляют собой относительно зрелый инструмент с устоявшейся правовой базой. Субсидиарные программы характеризуются большей вариативностью форм — от прямых грантов на НИОКР до компенсации части процентных ставок по кредитам на закупку низкоуглеродной техники. Тарифное регулирование проявляется через специальные тарифы на присоединение к электросетям объектов биоэнергетики, льготные железнодорожные тарифы на перевозку пеллет и биотоплива, дифференцированные платы за выбросы [8]. Соответствующие количественные характеристики применяемых инструментов представлены в систематизированном виде (табл. 1).

Таблица 1

Структурные параметры инструментов государственной поддержки декарбонизации лесопромышленного комплекса в 2023 году

Инструмент поддержки	Объём финансирования, млрд руб.	Доля от совокупной поддержки, %	Количество получателей, ед.	Средний размер поддержки на проект, млн руб.
Налоговые льготы	14,72	31,4	287	51,3
Прямые субсидии	21,46	45,8	163	131,7
Тарифное регулирование	8,93	19,1	94	95,0
Комбинированные механизмы	1,73	3,7	28	61,8
Итого	46,84	100,0	572	81,9

Распределение объёмов поддержки между различными инструментами демонстрирует выраженное доминирование прямых субсидий, на которые приходится 45,8% совокупного финансирования при относительно ограниченном круге получателей. Указанная асимметрия отражает традиционно высокую административную ёмкость субсидиарных механизмов и их преимущественную ориентацию на крупные инвестиционные проекты в сфере глубокой переработки древесины. Налоговые льготы, занимающие 31,4% поддержки, демонстрируют существенно более широкий охват предприятий — 287 получателей против 163 в субсидиарной схеме, что свидетельствует о большей доступности этого инструмента для малого и среднего бизнеса лесопромышленного сектора [12]. Средний размер поддержки на один проект через тарифное регулирование составил 95,0 млн руб., что превышает аналогичный показатель для налоговых льгот в 1,85 раза, отражая концентрацию тарифных преференций на инфраструктурно-ёмких проектах биоэнергетики и логистики.

Рассмотрение бюджетной эффективности применяемых инструментов требует расчёта удельных показателей предотвращённых эмиссий парниковых газов в расчёте на единицу затраченных средств. Подобный анализ позволяет ранжировать инструменты по критерию экологической отдачи и формулировать обоснованные рекомендации по перераспределению ресурсов между ними. Существенным аспектом выступает также временной горизонт получения экологического эффекта, поскольку различные инструменты обладают неодинаковой инерционностью воздействия на инвестиционные решения предприятий [15]. Соответствующие индикаторы эффективности инструментов поддержки представлены в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2

Показатели бюджетной и экологической эффективности инструментов поддержки декарбонизации в 2021–2023 годах

Показатель	Налоговые льготы	Прямые субсидии	Тарифное регулирование
Затраты на 1 т предотвращённых эмиссий CO2-экв., руб.	2347,6	3892,4	1758,3
Лаг получения экологического эффекта, мес.	18,3	9,7	26,4
Мультипликатор частных инвестиций	3,84	2,17	5,42
Доля проектов с подтверждённой эффективностью, %	78,6	84,3	71,9
Административные издержки реализации, % от объёма поддержки	4,2	11,7	6,8

Тарифное регулирование демонстрирует наименьшие удельные затраты на тонну предотвращённых эмиссий — 1758,3 руб., что в 2,21 раза ниже соответствующего показателя для прямых субсидий. Указанное преимущество объясняется структурным характером воздействия тарифных механизмов: формируемые ими долгосрочные ценовые сигналы стимулируют не разовое технологическое обновление, а систематическую переориентацию хозяйственной деятельности предприятий. Одновременно тарифное регулирование характеризуется максимальным мультипликатором частных инвестиций — 5,42, что свидетельствует о высокой способности привлекать дополнительный частный капитал на каждый рубль государственного участия. Прямые субсидии, несмотря на наибольшие удельные затраты, обеспечивают самый короткий лаг получения экологического эффекта — 9,7 месяца, что делает их предпочтительным инструментом в условиях необходимости быстрого отклика на возникающие экологические вызовы [3].

Существенным фактором сравнения выступает административная ёмкость инструментов: субсидиарные механизмы требуют 11,7% расходования средств на административное обеспечение, тогда как налоговые льготы — лишь 4,2%, что отражает встроенность последних в действующую налоговую инфраструктуру. Доля проектов с документально подтверждённой экологической эффективностью оказывается наиболее высокой в субсидиарной схеме — 84,3%, что объясняется жёсткими требованиями к отчётности и контролю целевого использования средств. Налоговые преференции занимают промежуточное положение по большинству показателей, выступая своего рода универсальным инструментом, балансирующим между скоростью отклика и бюджетной экономичностью [9].

Дифференцированный анализ применимости инструментов поддержки в различных сегментах лесопромышленного комплекса позволяет выявить специфические особенности их эффективности на стадиях лесозаготовки, переработки и логистики. Лесозаготовительная деятельность характеризуется высокой капиталоёмкостью обновления техники, преобладанием малых и средних предприятий, технологической зрелостью базовых низкоуглеродных решений (биотопливная техника, гибридные приводы). Переработка древесины предъявляет иные требования: здесь критичны крупные инвестиции в энергогенерирующее оборудование, системы рекуперации тепла, технологии безотходного производства. Логистический сегмент специфичен необходимостью развития инфраструктуры заправочных станций и систем электропитания на ле-

совозных маршрутах [1]. Соответствующее распределение эффективности инструментов по сегментам отражено в аналитической матрице (табл. 3).

Таблица 3
Эффективность инструментов поддержки в сегментах лесопромышленного комплекса (балльная оценка от 1 до 10)

Сегмент / Инструмент	Налоговые льготы	Прямые субсидии	Тарифное регулирование
Лесозаготовка	7,83	6,42	4,17
Первичная переработка	6,91	8,34	7,28
Глубокая переработка	5,76	8,87	6,93
Внутренняя логистика	6,28	5,93	8,42
Магистральная логистика	4,87	5,16	9,13
Среднее значение	6,33	6,94	7,19

Лесозаготовительный сегмент проявляет максимальную чувствительность к налоговым льготам с балльной оценкой 7,83, что объясняется доминированием в этом звене предприятий с относительно стабильным операционным денежным потоком и налоговыми обязательствами, поддающимися структурированию через инвестиционные налоговые вычеты. Прямые субсидии демонстрируют наивысшую эффективность в сегментах первичной (8,34) и глубокой (8,87) переработки древесины, где капитальные затраты на низкоуглеродные технологии достигают значительных абсолютных величин и требуют целевой государственной поддержки для преодоления инвестиционных барьеров. Тарифное регулирование оказывается доминирующим инструментом в логистических операциях, особенно в сегменте магистральной логистики с оценкой 9,13, что обусловлено критической ролью железнодорожных и энергетических тарифов в формировании конкурентоспособности низкоуглеродных альтернатив традиционным транспортным решениям [13].

Существенно, что среднее значение эффективности тарифного регулирования (7,19) превышает аналогичные показатели для налоговых льгот (6,33) и прямых субсидий (6,94), однако данное преимущество достигается за счёт высокой эффективности в специфических логистических сегментах при относительно слабых позициях в лесозаготовке. Подобная неравномерность подтверждает гипотезу о необходимости дифференцированного применения инструментов в зависимости от технологических и структурных характеристик сегмента, а не универсального их использования. Прямые субсидии, демонстрирующие более равномерное распределение эффективности по сегментам, могут рассматриваться как «базовый» инструмент общеотраслевой направленности.

Динамический аспект сравнения инструментов поддержки требует учёта их воздействия на ключевые показатели декарбонизации в среднесрочной перспективе. Эмпирические данные о результативности применённых мер за период 2019–2023 годов позволяют оценить устойчивость достигаемых эффектов, выявить тенденции изменения отдачи от различных инструментов с учётом эффекта насыщения, технологического обучения и эволюции рыночной конъюнктуры [7]. Соответствующие количественные индикаторы динамики применения инструментов представлены в обобщённой таблице (табл. 4).

Таблица 4
Динамика результативности инструментов поддержки декарбонизации в 2019–2023 годах

Показатель	2019	2020	2021	2022	2023
Снижение углеродоёмкости лесозаготовки, % к базовому году	2,34	4,67	7,83	11,42	14,87
Снижение углеродоёмкости переработки, %	3,18	6,42	9,76	13,29	17,53
Снижение углеродоёмкости логистики, %	1,87	3,76	6,93	10,18	13,64
Доля биотоплива в энергобалансе ЛПК, %	14,7	17,3	21,8	26,4	31,2
Электрификация лесозаготовительной техники, % парка	0,87	1,43	2,76	4,82	7,38

Накопленный эффект декарбонизации за пятилетний период составил 14,87% снижения углеродоёмкости в лесозаготовке, 17,53% в переработке и 13,64% в логистике, демонстрируя нелинейный характер прогресса с ускорением темпов в 2021–2023 годах. Подобная динамика отражает кумулятивное воздействие комплексной системы мер поддержки и эффект технологического обучения, при котором первоначальные инвестиции в низкоуглеродные решения создают платформу для последующего ускоренного внедрения более совершенных технологий. Доля биотоплива в энергобалансе лесопромышленного комплекса увеличилась с 14,7% до 31,2%, более чем удвоившись за рассматриваемый период, что свидетельствует об успешной трансформации энергетической структуры отрасли [4].

Электрификация лесозаготовительной техники, хотя и остаётся на относительно низком уровне 7,38% от парка, демонстрирует наиболее динамичный рост — увеличение в 8,48 раза от исходного уровня 0,87%. Указанная тенденция отражает результат целенаправленных мер субсидиарной и налоговой поддержки приобретения электрифицированной и гибридной техники, реализованных в рамках региональных программ модернизации лесопромышленного комплекса. Сегмент переработки демонстрирует наибольший абсолютный прогресс декарбонизации, что согласуется с выявленной ранее высокой эффективностью прямых субсидий в данном сегменте [6].

Совокупная картина результатов сопоставительного анализа выявляет фундаментальное наблюдение: эффективность инструментов государственной поддержки декарбонизации лесопромышленного комплекса не определяется их универсальными характеристиками, а зависит от структурных и технологических особенностей применяемого сегмента. Налоговые льготы наиболее результативны в условиях множества средних предприятий со стабильными операционными показателями, готовых к технологическому обновлению при условии снижения фискальной нагрузки. Прямые субсидии незаменимы в высококапиталоёмких проектах перерабатывающей промышленности, где значительные первоначальные инвестиции создают барьеры для самостоятельного внедрения низкоуглеродных решений. Тарифное регулирование формирует системные ценовые сигналы, особенно важные в инфраструктурно-ёмких логистических операциях.

Эмпирические данные подтверждают наибольшую бюджетную эффективность тарифного регулирования по критерию удельных затрат на единицу предотвращённых эмиссий, при этом субсидиарные механизмы обеспечивают максимальную скорость получения экологического эффекта и наибольшую долю проектов с верифицированной результативностью. Налоговые льготы демонстрируют сбалансированное соотношение административных издержек и охвата предприятий, что делает их предпочтительным инструментом общесистемного действия. Сочетание различных инструментов в рамках интегрированной политики декарбонизации позволяет компенсировать ограничения каждого из них и достигать синергетических эффектов, многократно превышающих результативность изолированного применения.

Опыт реализации инструментов поддержки в 2019–2023 годах свидетельствует о формировании устойчивой тенденции декарбонизации лесопромышленного комплекса с накопленным снижением углеродоёмкости в диапазоне 13,64–17,53% по различным сегментам. Указанный прогресс достигнут при общем объёме поддержки 46,84 млрд руб. в год, что соответствует относительно скромной нагрузке на бюджетную систему в сопоставлении с масштабами трансформации производственно-технологической структуры отрасли. Дальнейшее ускорение декарбонизации требует не столько наращивания абсолютных объёмов поддержки, сколько оптимизации её структурного распределения с учётом выявленных закономерностей сегментной эффективности инструментов.

Выводы

Проведённое сопоставление налоговых льгот, прямых субсидий и тарифного регулирования как инструментов ускорения внедрения низкоуглеродных технологий в лесопромышленном комплексе позволяет сформулировать ряд содержательных выводов методологического и прикладного характера. Совокупный объём государственной поддержки декарбонизации отрасли в размере 46,84 млрд руб. распределяется неравномерно между инструментами с очевидным доминированием прямых субсидий (45,8%), что отражает сложившуюся традицию точечного целевого финансирования крупных проектов. Однако выявленные показатели бюджетной эффективности свидетельствуют о значительном потенциале перераспределения ресурсов в пользу тарифного регулирования, обеспечивающего минимальные удельные затраты на тонну предотвращённых эмиссий — 1758,3 руб. при максимальном мультипликаторе частных инвестиций 5,42.

Сегментная дифференциация эффективности инструментов формирует основу для построения многоуровневой системы поддержки, оптимизированной под структурные особенности различных звеньев лесопромышленной цепочки. Лесозаготовительные операции в наибольшей степени восприимчивы к налоговым льготам, перерабатывающее производство — к прямым субсидиям, логистические процессы — к тарифным механизмам. Подобная дифференциация не означает исключающего применения одного инструмента в каждом сегменте, но определяет приоритеты их относительного веса в составе комплексной системы поддержки. Достигнутые за пятилетний период результаты декарбонизации в диапазоне 13,64–17,53% по различным сегментам подтверждают принципиальную работоспособность сложившейся модели и одновременно указывают на необходимость её дальнейшего совершенствования для достижения стратегических целевых показателей углеродной нейтральности.

Перспективы практической реализации полученных результатов связаны с разработкой методических рекомендаций по конфигурации региональных программ декарбонизации лесопромышленного комплекса с учётом структурных особенностей территориальных лесных хозяйств. Регионы с преобладанием малого и среднего лесозаготовительного бизнеса должны делать акцент на расширении налоговых преференций при упрощении процедур их получения. Территории с развитой перерабатывающей промышленностью требуют сохранения и расширения субсидиарных программ модернизации, особенно в сегменте глубокой переработки древесины. Для регионов с протяжёнными логистическими цепочками критическое значение приобретает дальнейшее развитие тарифного регулирования железнодорожных и энергетических услуг, особенно применительно к транспортировке биотоплива и пеллетной продукции.

Институциональное закрепление дифференцированной модели поддержки требует совершенствования механизмов межведомственной координации между Министерством финансов, Министерством экономического развития, Министерством природных ресурсов и Федеральной антимонопольной службой, отвечающей за тарифное регулирование. Целостная политика декарбонизации лесопромышленного комплекса невозможна без согласованного применения всех трёх инструментов в рамках единой стратегической рамки, опирающейся на количественные целевые показатели и систему регулярного мониторинга достигаемых результатов. Актуальной задачей выступает разработка единой методологии оценки бюджетной и экологической эффективности применяемых мер, обеспечивающей сопоставимость данных и возможность принятия обоснованных решений о перераспределении ресурсов.

Достижение целевых показателей углеродной нейтральности лесопромышленного комплекса к 2050 году потребует значительной интенсификации применения проанализированных инструментов с одновременным расширением их инструментального разнообразия. Перспективными направлениями выступают развитие систем торговли квотами на эмиссии, формирование специализированных финансовых инструментов «зелёного» проектного финансирования, интеграция с международными механизмами трансграничного углеродного регулирования. Сложившаяся в Российской Федерации система инструментов государственной поддержки декарбонизации лесопромышленного комплекса демонстрирует достаточную гибкость и адаптивность для выполнения поставленных стратегических задач при условии её последовательного совершенствования на основе доказательной аналитической базы и учёта международного опыта.

Литература

1. Турлай И. В., Гейзлер П. С., Пашковский М. Н. Расчет к внедрению малоотходной технологии // Лесная промышленность. 1985. № 10. С. 15–17.
2. Луганский Н. А., Залесов С. В., Азаренок В. А. Основные технические направления совершенствования лесовосстановления и лесообразования // Леса России и хозяйство в них. 2008. № 2 (30). С. 3–20.
3. Шегельман И. Р., Скрыпник В. И., Кузнецов А. В., Крупко А. М. Системы программ для совершенствования транспортной логистики и оптимизации транспортно-технологического освоения лесосырьевых баз лесозаготовительных предприятий // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. № 206. С. 85–93.
4. Шегельман И. Р., Лукашевич В. М., Галактионов О. Н., Кузнецов А. В. Взаимосвязь технологий заготовки и воспроизводства лесных ресурсов // Перспективы науки. 2013. № 3 (42). С. 243–245.
5. Вусатая З. А. Нарушения налогового законодательства в лесной отрасли // Вестник. Государство и право. 2005. № 8–9. С. 144–147.
6. Бычков В. П. Использование транспорта в лесном хозяйстве // Лесное хозяйство. 1978. № 10. С. 12–13.
7. Чухарева А. А., Дадян А. А., Сенчило Д. В. Налогообложение лесопромышленного комплекса в России // Инновации и инвестиции. 2024. № 10. С. 485–489.
8. Гейзлер П. С. Экономико-математическая модель внутрирайонного размещения лесозаготовительного производства // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 1990. № 3. С. 116–120.
9. Шегельман И. Р., Лукашевич В. М., Галактионов О. Н., Кузнецов А. В. Заготовка и воспроизводство лесных ресурсов // Reports Scientific Society. 2013. № 1. С. 141–142.
10. Соловьев А. Н. Лесозаготовительная логистика // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. № 210. С. 131–137.
11. Пошарников Ф. В. Проблема реализации стратегических направлений развития лесопиления, шпалопиления и производства тары // Успехи современного естествознания. 2002. № 3. С. 99.
12. Каштелян Т. В. Налоговое регулирование: анализ, стимулирование реализации эффективной стратегии химико-лесного комплекса Беларуси // Труды БГТУ. 2013. № 7 (163). С. 180–184.
13. Худяев П. В. Инструменты налогового регулирования в финансовом и реальном секторах экономики // Вестник университета. 2013. № 5. С. 104–107.
14. Калинин А. Р. Анализ эффективности экономических механизмов стимулирования рационального использования природных ресурсов в России // Вопросы экологии. 2024. Т. 37. № 1. С. 156–184.
15. Крассов О. И. Право пользования лесом в научно-исследовательских целях и правовая охрана лесов // Известия высших учебных заведений. Правоведение. 1989. № 5. С. 27–33.

Comparative analysis of tax incentives, subsidies, and tariff regulation to accelerate the introduction of low-carbon technologies in logging, processing, and logistics

Zong Zitong

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

JEL classification: G20, G24, G28, H25, H30, H60, H72, H81, K22, K34

In the context of the global transformation of energy systems and the climate agenda, the timber industry is both a source of greenhouse gas emissions and a natural absorber of these emissions, which highlights the strategic need to optimize government regulation tools to accelerate the transition to low-carbon technologies in logging, processing, and logistics. A comparative analysis of tax incentives, direct subsidies, and tariff regulation reveals their differentiated characteristics in terms of budgetary efficiency, expressed through the specific cost per ton of prevented CO_2 emissions, the multiplier for attracting private investment, administrative capacity, the speed of achieving environmental results, and the coverage of economic entities. Quantitative assessments demonstrate the superiority of tariff regulation in terms of minimizing specific budget expenditures (1,758.3 rubles per ton) and maximizing the investment multiplier (5.42), while direct subsidies provide the shortest lag in environmental effects and high verifiability of results, and tax preferences offer the broadest coverage of enterprises and minimal administrative costs. Segment analysis reveals a pronounced specialization of tools: tax mechanisms are optimal for logging with a predominance of medium-sized enterprises and stable cash flows, subsidy programs are optimal for capital-intensive stages of primary and deep processing, and tariff regulation is optimal for infrastructure-dependent domestic and mainline logistics. The accumulated dynamics for 2019–2023 confirm a 13.64–17.53% reduction in carbon intensity by segment, with a support volume of 46.84 billion rubles per year, illustrating the cumulative effects of technological learning and the need for a differentiated, synergistic configuration of tools that take into account regional and technological specifics. The presented analysis allows us to establish the main content of the work, evaluate its relevance for the formation of decarbonization policy and determine the expediency of referring to the full text to obtain detailed recommendations on the architecture of the national toolbox for sustainable development of the forest sector.

Keywords: low-carbon technologies, tax incentives, direct subsidies, tariff regulation, decarbonization of the timber industry.

References

1. Turlai I. V., Geizler P. S., Pashkovsky M. N. Calculation for the Implementation of Low-Waste Technology // Lesnaya Promyshlennost. 1985. No. 10. Pp. 15–17.
2. Lugansky N. A., Zalesov S. V., Azarenok V. A. The Main Technical Directions for Improving Reforestation and Forest Formation // Lesa Rossii i Khozyaistvo v Nikh. 2008. No. 2 (30). Pp. 3–20.
3. Shegelman I. R., Skripnik V. I., Kuznetsov A. V., Kruppo A. M. Systems of programs for improving transport logistics and optimizing transport and technological development of timber raw materials bases of logging enterprises // Izvestiya of the St. Petersburg Forestry Academy. 2014. No. 206. Pp. 85–93.
4. Shegelman I. R., Lukashevich V. M., Galaktionov O. N., Kuznetsov A. V. Interrelation of technologies of harvesting and reproduction of forest resources // Perspectives of science. 2013. No. 3 (42). Pp. 243–245.
5. Vusataya Z. A. Violations of tax legislation in the forestry industry // Bulletin. State and law. 2005. No. 8–9. Pp. 144–147.
6. Bychkov V. P. Use of Transport in Forestry // Forestry. 1978. No. 10. Pp. 12–13.
7. Chukhareva A. A., Dadyan A. A., Senchilo D. V. Taxation of the Timber Industry in Russia // Innovations and Investments. 2024. No. 10. Pp. 485–489.
8. Geizler P. S. Economic and Mathematical Model of Intra-District Placement of Logging Production // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedeniy. Lesnoy Zhurnal. 1990. No. 3. Pp. 116–120.
9. Shegelman I. R., Lukashevich V. M., Galaktionov O. N., Kuznetsov A. V. Harvesting and Reproduction of Forest Resources // Reports Scientific Society. 2013. No. 1. Pp. 141–142.
10. Solovyov A. N. Logging logistics // Izvestiya of the St. Petersburg Forestry Academy. 2015. No. 210. Pp. 131–137.
11. Posharnikov F. V. The problem of implementing strategic directions for the development of sawmilling, trestle sawmilling, and container production // Advances in Modern Natural Sciences. 2002. No. 3. P. 99.
12. Kashtelyan T. V. Tax regulation: analysis, stimulation of the implementation of an effective strategy of the chemical and forestry complex of Belarus // Proceedings of BSTU. 2013. No. 7 (163). P. 180–184.
13. Khudyaev P. V. Tools of tax regulation in the financial and real sectors of the economy // University Bulletin. 2013. No. 5. Pp. 104–107.
14. Kalinin A. R. Analysis of the Effectiveness of Economic Mechanisms for Stimulating the Rational Use of Natural Resources in Russia // Voprosy Ekologii. 2024. Vol. 37. No. 1. Pp. 156–184.

Байесовский алгоритм оценки динамической корреляции: сравнение с BEKK□GARCH и методом скользящего окна

Айвазян Григорий Витальевич
аспирант кафедры математических методов в экономике, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Aivazian.Grigory25@yandex.ru

В работе описывается байесовский алгоритм оценки динамической корреляции между двумя временными рядами, основанный на модели TVP-VAR со стохастической волатильностью. Проводится сравнение предложенного метода с двумя альтернативными подходами: BEKK-GARCH и классическим методом скользящего окна. Сравнение осуществляется как на синтетических данных, генерируемых по TVP-процессу с различными объёмами выборки ($n = 500$ и $n = 1000$) и уровнями шума ($\sigma_\eta^2 = 0.1$ и $\sigma_\eta^2 = 0.3$), так и на реальных данных — месячных доходностях ETF XLE (энергетический сектор США) и XLK (технологический сектор США) за период 1999–2025 гг. Результаты симуляционного эксперимента показывают, что предложенный алгоритм стабильно превосходит конкурирующие методы по точности (MSE, RMSE, MAE), особенно в условиях высокой волатильности. На реальных данных выявлена нестационарность корреляции между секторами, пики которой приходятся на кризисные периоды (2008 г., 2020 г.). Ключевым преимуществом байесовского подхода является возможность построения доверительных интервалов для динамической корреляции, что недоступно для BEKK-GARCH и скользящего окна. Полученные результаты подтверждают применимость разработанного алгоритма для анализа межсекторных связей и его потенциальную полезность при управлении портфельными рисками.
Ключевые слова: байесовский алгоритм, динамическая корреляция, TVP-VAR, стохастическая волатильность, BEKK-GARCH, скользящее окно, XLE, XLK, MCMC.

Введение

В финансовой эконометрике одной из ключевых задач является моделирование взаимосвязей между экономическими переменными и финансовыми активами. Традиционные подходы, такие как коэффициент корреляции Пирсона, предполагают постоянство связи во времени, что редко выполняется на практике. Финансовые рынки подвержены структурным сдвигам, кризисным явлениям и изменению макроэкономических условий, что приводит к существенной изменчивости корреляционных структур. Поэтому разработка методов, позволяющих адекватно оценивать динамическую корреляцию, имеет важное значение для управления портфелем, хеджирования рисков и анализа передачи волатильности.

Среди наиболее популярных подходов к моделированию динамической корреляции выделяются многомерные GARCH-модели, в частности спецификация BEKK, предложенная Энглом и Кронером [6]. BEKK-GARCH автоматически обеспечивает положительную определённость ковариационной матрицы и позволяет явно моделировать перекрёстные эффекты волатильности. Однако эта модель имеет существенные недостатки: большое число оцениваемых параметров (для двух переменных требуется 11 коэффициентов), предположение о стационарности, которое может нарушаться в кризисные периоды, а главное — отсутствие встроенного механизма построения доверительных интервалов для динамических корреляций.

Альтернативой служит метод скользящего окна, который вычисляет выборочную корреляцию на фиксированном временном интервале. Несмотря на простоту реализации, этот метод критически зависит от выбора ширины окна: слишком узкое окно даёт шумные оценки, слишком широкое — сглаживает структурные изменения [15].

Байесовские методы оценивания моделей с изменяющимися во времени параметрами (TVP) и стохастической волатильностью известны в эконометрической литературе [11, 13]. Такие модели позволяют естественным образом описывать нестационарность и гетероскедастичность, а методы MCMC (марковских цепей Монте-Карло) дают возможность получать полное апостериорное распределение всех неизвестных величин. Это, в свою очередь, позволяет строить доверительные интервалы для любых функций от параметров, включая динамическую корреляцию. В настоящей работе для оценки динамической корреляции используется байесовский алгоритм, детально изложенный в [10].

Настоящая работа ставит целями:

1. Описать байесовский алгоритм оценки динамической корреляции, основанный на TVP-модели со стохастической волатильностью.
2. Сравнить его с двумя популярными методами — BEKK-GARCH и скользящим окном — на синтетических данных, генерируемых по той же TVP-модели, что позволяет контролировать истинную корреляцию.
3. Продемонстрировать работу всех трёх методов на реальных данных — месячных доходностях ETF XLE (энергетический сектор США) и XLK (технологический сектор США) за период 1999–2025 гг.

Статья организована следующим образом. В разделе 2 представлен развёрнутый обзор литературы по моделям волатильности и корреляции. В разделе 3 описываются данные и методология: BEKK-GARCH, предложенный байесовский TVP-алгоритм и метод скользящего окна. Раздел 4 содержит результаты симуляционного эксперимента и эмпирического анализа. В разделе 5 подводятся итоги и обсуждаются направления будущих исследований.

Обзор литературы

Моделирование условной гетероскедастичности временных рядов берёт начало с работы Энгла [5], предложившего ARCH-модель. Боллерслев [4] обобщил её до GARCH, что позволило более экономно описывать долгую память волатильности. С тех пор появилось множество расширений: EGARCH [12] для учёта асимметрии (эффекта плеча), GJR-GARCH [7], компонентные GARCH и другие. Эти модели успешно применялись к анализу доходностей акций, обменных курсов и товарных рынков [2, 8, 9].

Для многомерного случая были предложены различные спецификации. Одной из первых стала VECH-модель, но она требовала слишком много параметров и не гарантировала положительную определённость ковариационной матрицы. Модель BEKK [6] решила проблему положительной определённости за счёт квадратичной формы записи, а также

позволила явно моделировать перекрёстные эффекты волатильности. Существуют упрощённые версии: диагональная BEKK (каждый ряд имеет свою GARCH-динамику) и скалярная BEKK (общая динамика для всех компонент), которые значительно сокращают число параметров. Однако даже скалярная BEKK для двух переменных требует оценки 5 параметров, что при ограниченных выборках может приводить к нестабильности оценок.

Критический обзор многомерных GARCH-моделей представлен в работах [3, 14]. Авторы отмечают, что, несмотря на вычислительный прогресс, многомерные GARCH-модели остаются сложными в оценке и интерпретации, особенно при увеличении размерности. Кроме того, эти модели часто предполагают постоянство параметров во времени, что противоречит эмпирическим наблюдениям о структурных сдвигах.

Метод скользящего окна, хотя и не является параметрической моделью, широко используется на практике из-за своей простоты. Однако его теоретические свойства изучены недостаточно. Известно, что выбор ширины окна создаёт компромисс между смещением и дисперсией [15]. При этом доверительные интервалы для скользящей корреляции обычно строятся с помощью бутстрепа, что не всегда даёт корректное покрытие.

Байесовский подход к оцениванию TVP-моделей со стохастической волатильностью был развит в работах [11, 13]. Они показывают, что методы MCMC, в частности сэмплер Гиббса, позволяют эффективно оценивать такие модели даже при большом количестве латентных переменных. В этих работах акцент делается на макроэкономических приложениях (VAR с переменными параметрами), но принципы могут быть перенесены на более простые регрессионные модели с TVP.

Наше исследование вносит следующий вклад:

- Предлагается конкретная реализация байесовского TVP-алгоритма для двумерного случая с открытым исходным кодом [17].
- Проводится систематическое сравнение с BEKK-GARCH и скользящим окном на синтетических данных, где истинная корреляция известна.
- Эмпирическая иллюстрация на реальных данных (XLE и XLK) показывает применимость алгоритма для анализа секторных связей.

Методология и данные

Модель BEKK-GARCH

Для моделирования условной ковариационной матрицы нескольких временных рядов в многомерном GARCH-семействе широкое распространение получила параметризация, предложенная Энглом и Кронером [6], известная как BEKK (Baba–Engle–Kraft–Kroner).

Пусть $\mathbf{r}_t = (r_{1t}, \dots, r_{nt})^\top$ — вектор доходностей n активов в момент времени t, а $\boldsymbol{\varepsilon}_t = \mathbf{r}_t - \mathbb{E}[\mathbf{r}_t \mid \mathcal{F}_{t-1}]$ — вектор невязок (шоков) с нулевым математическим ожиданием. Условная ковариационная матрица $\mathbf{H}_t = \mathrm{Cov}(\boldsymbol{\varepsilon}_t \mid \mathcal{F}_{t-1})$ в модели BEKK(p, q) записывается следующим образом:

$$\mathbf{H}_t = \mathbf{C}^\top \mathbf{C} + \sum_{i=1}^{q} \mathbf{A}_i^\top \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i} \boldsymbol{\varepsilon}_{t-i}^\top \mathbf{A}_i + \sum_{j=1}^{p} \mathbf{B}_j^\top \mathbf{H}_{t-j} \mathbf{B}_j, \quad (1)$$

где $\mathbf{C}$ — нижняя треугольная матрица размерности $n \times n$ (обеспечивающая постоянную составляющую), $\mathbf{A}_i$ и $\mathbf{B}_j$ — полные квадратные матрицы коэффициентов размера $n \times n$. Свободный член представлен как $\mathbf{C}^\top \mathbf{C}$, что автоматически гарантирует неотрицательную определённость $\mathbf{H}_t$ при условии, что начальное значение $\mathbf{H}_0$ также положительно определено.

BEKK-спецификация обеспечивает положительную определённость $\mathbf{H}_t$ на каждом шаге без наложения ограничений на знаки отдельных коэффициентов, моделирует перекрёстные эффекты волатильности и оценивается методом максимального правдоподобия. Из-за большого числа параметров её используют для малых размерностей ($n \leq 5$).

Предложенный алгоритм

Основным методом оценки динамической корреляции в этой работе выступает алгоритм [10], основанный на модели TVP-VAR со стохастической волатильностью.

Рассматривается модель с одной факторной переменной x, динамически влияющей на зависимую переменную (т.е. коэффициенты регрессии меняются во времени):

$$z_t = a_{0t} + a_{1t} \cdot x_t + \varepsilon_t, \quad (3)$$

где z_t — наблюдаемая зависимая переменная в момент времени t, x_t — наблюдаемый одномерный фактор, a_{0t} и a_{1t} — изменяющиеся во времени коэффициенты регрессии (свободный член и коэффициент наклона соответственно), а $\varepsilon_t \sim \mathcal{N}(0, \sigma_t^2)$ — ошибка наблюдения.

$$a_t = a_{t-1} + \mathrm{u}_t, \quad (4)$$

где $a_k = (a_{0k}, a_{1k})$, и $\mathrm{u}_t \sim \mathcal{N}(0, \Sigma)$.

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \gamma \exp(h_t), \\ h_{t+1} &= \phi h_t + \eta_t, \\ \eta_t &\sim N(0, \sigma_\eta^2), \\ t &= 0, \dots, n-1, \end{aligned}$$

Корреляция r_t между z_t и x_t может быть рассчитана с использованием известного свойства регрессии следующим образом [1]:

$$r_t = \frac{a_{1t} \cdot \sigma_{xt}}{\sigma_t}, \quad (6)$$

где σ_{xt} и σ_{zt} — стандартные отклонения x_t и z_t соответственно, и a_{1t} — изменяющийся во времени коэффициент наклона из уравнения (10).

Предполагая, что x_t и ε не коррелируют, и используя свойства дисперсии, получаем:

$$r_t = \frac{a_{1t} \cdot \sigma_{xt}}{\sqrt{a_{1t}^2 \cdot \sigma_{xt}^2 + \sigma_t^2}}. \quad (7)$$

Динамика изменяющихся во времени коэффициентов и стохастической волатильности естественным образом описывается в рамках представления пространства состояний. В следующей главе дается формальное описание этого представления.

Модель TVP-VAR со стохастической волатильностью

Представление модели TVP-VAR в виде модели пространства состояний

Модель (3)–(5) может быть представлена как нелинейная модель пространства состояний. Для оценивания используется байесовский подход с методами MCMC (марковских цепей Монте-Карло). Апостериорное распределение $\pi(a, h, \theta \mid y)$ пропорционально произведению правдоподобия и априорных плотностей. Поскольку аналитическое выражение недоступно, применяется сэмплер Гиббса, который итеративно генерирует выборки из полных условных распределений каждого блока параметров и латентных переменных [11, 13].

Алгоритм состоит из следующих шагов (после инициализации):

4. Сэмплирование $a \mid \Sigma, \gamma, h, y$.
5. Сэмплирование $\Sigma \mid a$.
6. Сэмплирование $h \mid \gamma, \phi, \sigma_\eta, a, z$.
7. Сэмплирование $\phi \mid \sigma_\eta, h$.
8. Сэмплирование $\sigma_\eta \mid \phi, h$.
9. Сэмплирование $\gamma \mid a, h, z$.

В текущей работе ϕ и γ не сэмплируются, а принимаются равными 1.

Оценка корреляции

На основе полученных полных условных распределений мы строим сэмплер Гиббса, который позволяет последовательно генерировать выборочные значения всех параметров модели. После удаления начальных итераций (burn-in периода), необходимых для сходимости марковской цепи, мы усредняем оставшиеся реализации, получая таким образом точечные оценки искомых параметров.

Пусть $\widehat{a_{1t}}$ — оценка коэффициента a_{1t}, а $\widehat{\sigma_t^2}$ — оценка дисперсии σ_t^2. Тогда, учитывая (13), корреляция в момент времени t оценивается следующим образом:

$$\widehat{r(t)} = E\left(\frac{\widehat{a_{1t}}\, \hat{\sigma}_x[t]}{\sqrt{\widehat{a_{1t}^2}\, \hat{\sigma}_x^2[t] + \widehat{\sigma_t^2}}} \right), \quad (8)$$

где $\hat{\sigma}_x[t]$ — оценки $\sigma_x[t]$, полученные из GARCH-модели для переменной x.

Доверительные интервалы с заданным уровнем значимости могут быть вычислены с использованием функции квантилей эмпирического распределения в уравнении (15).

В эмпирической части исследования используются цены ETF XLE (Energy Select Sector SPDR Fund) и XLK (Technology Select Sector SPDR Fund), полученные с платформы Investing.com [18, 19]. Исходные данные агрегированы до месячной частоты за период с 1 января 1999 г. по 1 января 2026 г. На основе цен рассчитаны месячные доходности (процентные изменения). Весь код для воспроизведения экспериментов (синтетических и на реальных данных) опубликован в Zenodo [16].

Результаты

Для проверки эффективности методов были проведены симуляции. Данные генерировались по модели (3)–(5) с фиксированными параметрами: $\phi = 1$, $\gamma = 1$, $\Sigma = \mathrm{diag}(0.01, 0.01)$ (Рисунок 1). Рассматривались $n = 500$ и $n = 1000$ наблюдений, а также два уровня шума состояния:

$\sigma_\eta^2 = 0.1$ (низкая волатильность) и $\sigma_\eta^2 = 0.3$ (высокая волатильность). Для оценки качества использовались среднеквадратическая ошибка (MSE), корень из MSE (RMSE) и средняя абсолютная ошибка (MAE).

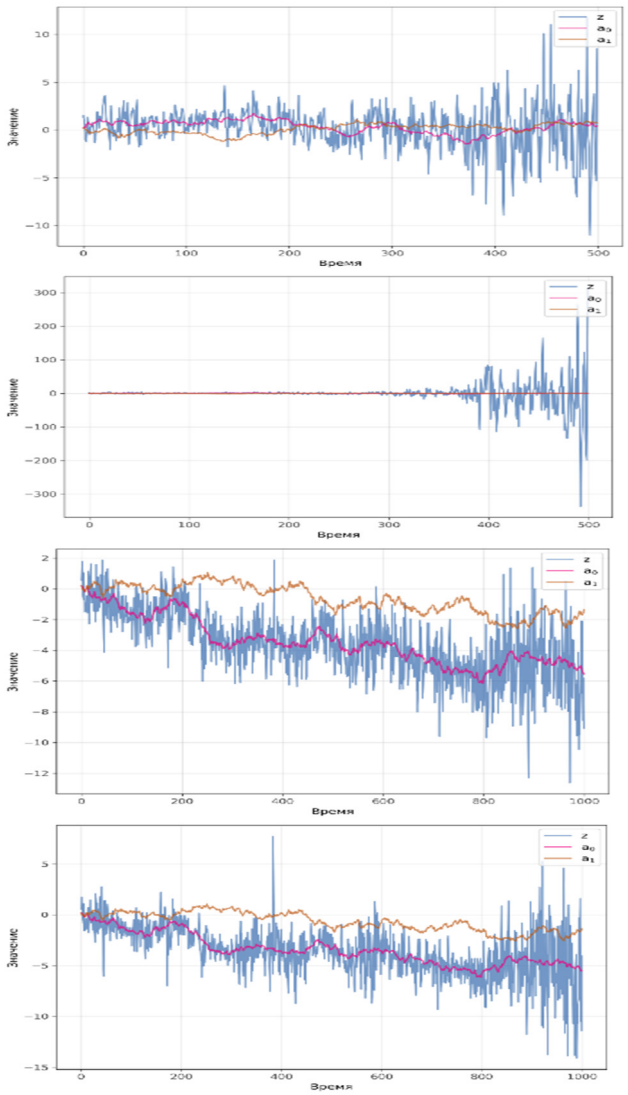


Рисунок 1. Сгенерированные ряды с параметрами (слева направо): *n=500, σ_η^2 = 0.1; n=500, σ_η^2 = 0.3; n=1000, σ_η^2 = 0.1; n=1000, σ_η^2 = 0.3*

Результаты представлены в таблице 1. Предложенный байесовский алгоритм стабильно превосходит BEKK-GARCH и скользящее окно во всех сценариях. При высокой волатильности ($\sigma_\eta^2 = 0.3$) и $n = 1000$ MSE предложенного метода в 4 раза ниже, чем у BEKK, и более чем в 4 раза ниже, чем у скользящего окна.

Таблица 1

Результаты эксперимента на синтетических данных для предложенного алгоритма и альтернативных методов

Метод	Среднеквадратическая ошибка	Корень из среднеквадратической ошибки	Средняя абсолютная ошибка
n = 500, σ_η^2 = 0.1			
Предложенный алгоритм	0.084	0.289	0.215
BEKK-GARCH	0.09	0.3	0.242
Скользящее окно	0.077	0.278	0.211
n = 500, σ_η^2 = 0.3			
Предложенный алгоритм	0.034	0.185	0.136
BEKK- GARCH	0.097	0.312	0.259
Скользящее окно	0.074	0.271	0.208
n = 1000, σ_η^2 = 0.1			
Предложенный алгоритм	0.035	0.187	0.136
BEKK- GARCH	0.093	0.305	0.213
Скользящее окно	0.079	0.282	0.21
n = 1000, σ_η^2 = 0.3			
Предложенный алгоритм	0.026	0.162	0.11
BEKK- GARCH	0.105	0.325	0.226
Скользящее окно	0.114	0.337	0.258

На рисунках 2-5 приведена графическая иллюстрация результатов работы всех методов для разных настроек параметров генерации ряда.

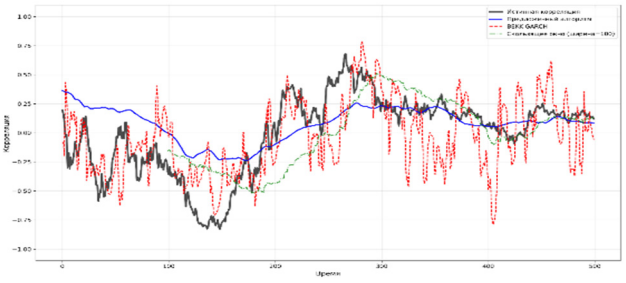


Рисунок 2. *Оценка корреляции всеми методами для ряда с параметрами n=500, σ_η^2 = 0.1*

Рисунок 3. *Оценка корреляции всеми методами для ряда с параметрами n=500, σ_η^2 = 0.3*

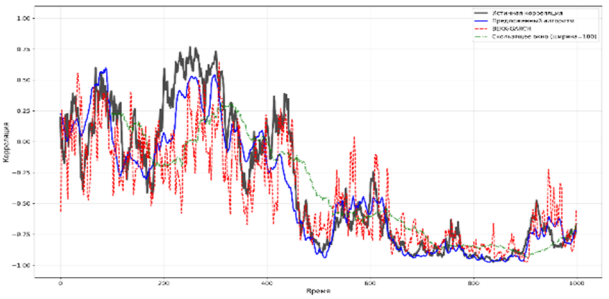


Рисунок 4. *Оценка корреляции всеми методами для ряда с параметрами n=1000, σ_η^2 = 0.1*

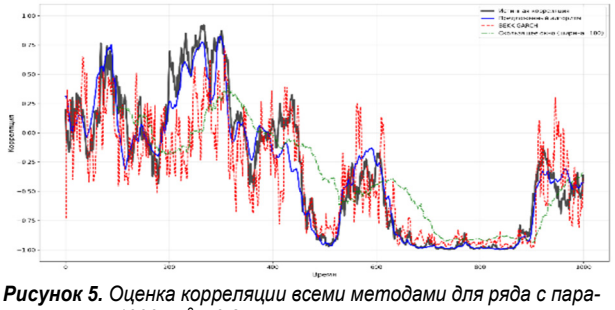


Рисунок 5. *Оценка корреляции всеми методами для ряда с параметрами n=1000, σ_η^2 = 0.3*

Таким образом, предложенный алгоритм значительно превзошёл методы BEKK-GARCH и скользящего окна по качеству оценки корреляции для сгенерированных рядов, что свидетельствует о его высокой эффективности.

Эмпирический анализ на реальных данных (XLE и XLK)

Для иллюстрации работы методов на реальных данных использовались дневные доходности ETF XLE (Energy Select Sector SPDR Fund) и XLK (Technology Select Sector SPDR Fund) за период с 1999 по 2025 год (рисунок 6). Оба ETF торгуются на NYSE и являются ликвидными инструментами, отражающими динамику соответствующих секторов американской экономики.

Все три метода показывают схожую динамику и считают период 2007–2015 гг. временем наиболее сильной положительной корреляции между индексами, характеризующими энергетический и технологический секторы американской экономики, с максимумами корреляции в районе 0,75 (рисунок 7). Этот период совпадает с активным внедрением

цифровых технологий в энергетику (в частности, сланцевая революция потребовала интенсивного использования 3D-сейсмики, горизонтального бурения с компьютерным управлением, аналитики больших данных), что усилило взаимозависимость секторов: технологические компании поставляли решения, а энергетические — их активно внедряли. Во время финансового кризиса 2008 г. и пандемийного кризиса 2020 г. происходят скачки корреляции вверх, которые фиксируются одновременно предложенным алгоритмом и методом BEKK-GARCH (вероятно, из-за единой переоценки рисковых активов в моменты системного стресса). Можно отметить, что на протяжении всего периода байесовский алгоритм имеет более чёткую сглаженную траекторию, чем BEKK-GARCH.

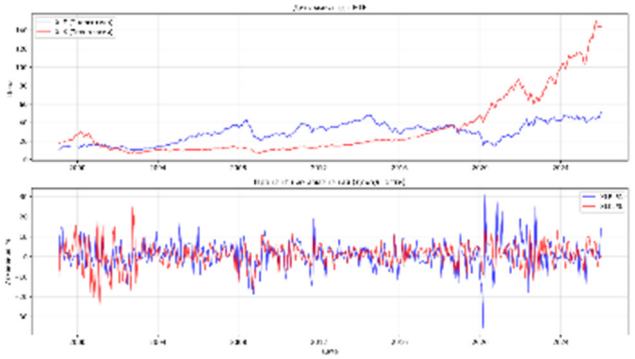


***Рисунок 6**. Динамика цен (верхний график) и доходностей (нижний график) индексов XLE и XLK*

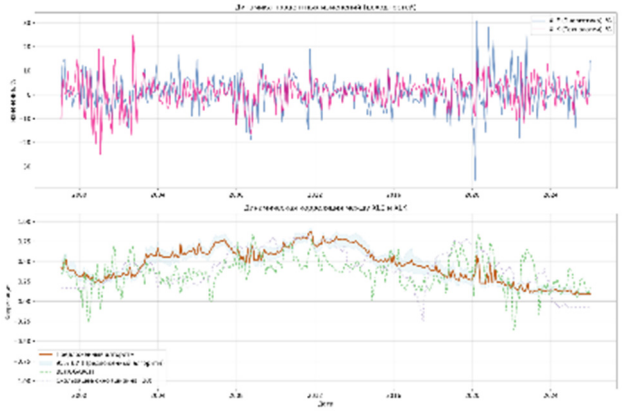


***Рисунок 7**. Корреляция между доходностями индексов XLE и XLK*

Таким образом, все три метода дают, в целом, согласованную картину, указывая на 2007–2015 гг. как на период наивысшей корреляции между XLE и XLK Предложенный байесовский алгоритм, наряду с BEKK-GARCH, успешно фиксирует кризисные всплески корреляции, однако обладает более сглаженной траекторией и, в отличие от альтернатив, позволяет строить доверительные интервалы, что повышает информативность и надёжность выводов. Это подтверждает применимость байесовского подхода для анализа межсекторных связей на реальных финансовых данных.

Заключение

В работе представлен байесовский алгоритм оценки динамической корреляции, основанный на TVP-модели со стохастической волатильностью, и проведено его сравнение с двумя альтернативными подходами — BEKK-GARCH и методом скользящего окна. Сравнение выполнено как на синтетических данных, генерируемых по той же TVP-модели, так и на реальных данных — дневных доходностях ETF XLE (энергетический сектор США) и XLK (технологический сектор США) за период 1999–2025 гг.

Основные выводы исследования:

1. В симуляционных экспериментах предложенный алгоритм стабильно превосходит BEKK-GARCH и скользящее окно по всем метрикам точности (MSE, RMSE, MAE), особенно при высокой волатильности ($\sigma_\eta^2 = 0.3$) и большом объёме выборки ($n = 1000$). С ростом n ошибка байесовского алгоритма не увеличивается, что свидетельствует о его состоятельности.

2. На реальных данных все три метода демонстрируют согласованную динамику, выделяя период 2007–2015 гг. как время наиболее сильной положительной корреляции между энергетическим и технологическим секторами (максимумы около 0,75). Этот период совпадает с активным внедрением цифровых технологий в энергетику (сланцевая революция, 3D-сейсмика, горизонтальное бурение с компьютерным управлением), что усилило взаимозависимость секторов.

3. В кризисные периоды (2008 г., 2020 г.) зафиксированы резкие скачки корреляции, которые успешно идентифицируются как предложенным алгоритмом, так и BEKK-GARCH.

Таким образом, предложенный байесовский алгоритм является эффективным инструментом для анализа динамической корреляции, обладающим рядом преимуществ перед BEKK-GARCH и методом скользящего окна. Направления будущих исследований включают распространение алгоритма на многомерный случай (TVP-VAR), учёт асимметричных эффектов в динамике корреляции, а также применение к другим классам активов и высокочастотным данным.

Литература

1. Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2004. — 576 с.
2. Baillie R. T., Bollerslev T. The message in daily exchange rates: A conditional-variance tale // Journal of Business & Economic Statistics. 1989. Vol. 7, No. 3. P. 297–305.
3. Bauwens L., Laurent S., Rombouts J. V. Multivariate GARCH models: a survey // Journal of Applied Econometrics. 2006. Vol. 21, No. 1. P. 79–109.
4. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity // Journal of Econometrics. 1986. Vol. 31, No. 3. P. 307–327.
5. Engle R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation // Econometrica. 1982. Vol. 50, No. 4. P. 987–1007.
6. Engle R. F., Kroner K. F. Multivariate simultaneous generalized ARCH // Econometric Theory. 1995. Vol. 11, No. 1. P. 122–150.
7. Glosten L. R., Jagannathan R., Runkle D. E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks // Journal of Finance. 1993. Vol. 48, No. 5. P. 1779–1801.
8. Hentschel L. All in the family: Nesting symmetric and asymmetric GARCH models // Journal of Financial Economics. 1995. Vol. 39, No. 1. P. 71–104.
9. Lanne M., Saikkonen P. Nonlinear GARCH models for highly persistent volatility // The Econometrics Journal. 2005. Vol. 8, No. 2. P. 251–276.
10. Moiseev N., Aivazian G., Mikhaylov A., Baranyai N. Bayesian Algorithm for Dynamic Correlation Estimation in Economic Time Series // Computational Economics. 2026. In press.
11. Nakajima J. Time-varying parameter VAR model with stochastic volatility: An overview of methodology and empirical applications // IMES Discussion Paper Series. 2011. No. 2011-E-9.
12. Nelson D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach // Econometrica. 1991. Vol. 59, No. 2. P. 347–370.
13. Primiceri G. E. Time varying structural vector autoregressions and monetary policy // Review of Economic Studies. 2005. Vol. 72, No. 3. P. 821–852.
14. Silvennoinen A., Teräsvirta T. Multivariate GARCH models // Handbook of Financial Time Series. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. P. 201–229.
15. Zooglit A. Rolling window correlations: pitfalls and alternatives // Journal of Financial Econometrics. 2018. Vol. 16, No. 3. P. 456–478.
16. Айвазян Г. tvp-corr-bekk-experiments: Code for "Bayesian Algorithm for Dynamic Correlation Estimation: Comparison with BEKK GARCH and Rolling Window" (Version 1.0.0) [Computer software]. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18891231.
17. Айвазян Г., Моисеев Н. tvp-correlation: Python implementation of the time-varying parameter correlation model (Version 1.0.0) [Computer software]. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18890707.
18. XLE Historical Data. Investing.com. URL: https://www.investing.com/etfs/spdr-energy-select-sector-fund-historical-data (дата обращения: 20.03.2026).
19. XLK Historical Data. Investing.com. URL: https://www.investing.com/etfs/spdr-select-sector---technology-historical-data (дата обращения: 20.03.2026).

Bayesian Algorithm for Dynamic Correlation Estimation: Comparison with BEKK-GARCH and Rolling Window

Aivazian G.V.
Plekhanov Russian University of Economics

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The paper describes a Bayesian algorithm for estimating dynamic correlation between two time series based on a TVP-VAR model with stochastic volatility. The proposed method is compared with two alternative approaches: BEKK-GARCH and the classical rolling window method. The comparison is carried out both on synthetic data generated from the TVP process with different sample sizes ($n = 500$ and $n = 1000$) and noise levels ($\sigma_\eta^2 = 0.1$ and $\sigma_\eta^2 = 0.3$), and on real data — monthly returns of the XLE ETF (US energy sector) and XLK ETF (US technology sector) for the period 1999–2025. The simulation results show that the proposed algorithm consistently outperforms the competing methods in terms of accuracy (MSE, RMSE, MAE), especially under high volatility. In the real data, non-stationarity of the correlation between the sectors is revealed, with peaks occurring during crisis periods (2008, 2020). A key advantage of the Bayesian approach is the ability to construct confidence intervals for the dynamic correlation, which is not available for BEKK-GARCH or the rolling window. The obtained results confirm the applicability of the developed algorithm for cross-sectoral dependence analysis and its potential usefulness for portfolio risk management.

Keywords: Bayesian algorithm, dynamic correlation, TVP-VAR, stochastic volatility, BEKK-GARCH, rolling window, XLE, XLK, MCMC.

References

1. Magnus Ya.R., Katyshev P.K., Peresetskiy A.A. Ekonometrika. Nachal'nyy kurs: Ucheb. [Econometrics. Introductory Course: Textbook]. 6th ed. Moscow, Delo, 2004, 576 p. (In Russ.)
2. Baillie R. T., Bollerslev T. The message in daily exchange rates: A conditional-variance tale. Journal of Business & Economic Statistics, 1989, Vol. 7, No. 3, pp. 297–305.
3. Bauwens L., Laurent S., Rombouts J. V. Multivariate GARCH models: a survey. Journal of Applied Econometrics, 2006, Vol. 21, No. 1, pp. 79–109.
4. Bollerslev T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. Journal of Econometrics, 1986, Vol. 31, No. 3, pp. 307–327.
5. Engle R. F. Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. Econometrica, 1982, Vol. 50, No. 4, pp. 987–1007.
6. Engle R. F., Kroner K. F. Multivariate simultaneous generalized ARCH. Econometric Theory, 1995, Vol. 11, No. 1, pp. 122–150.
7. Glosten L. R., Jagannathan R., Runkle D. E. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. Journal of Finance, 1993, Vol. 48, No. 5, pp. 1779–1801.
8. Hentschel L. All in the family: Nesting symmetric and asymmetric GARCH models. Journal of Financial Economics, 1995, Vol. 39, No. 1, pp. 71–104.
9. Lanne M., Saikkonen P. Nonlinear GARCH models for highly persistent volatility. The Econometrics Journal, 2005, Vol. 8, No. 2, pp. 251–276.
10. Moiseev N., Aivazian G., Mikhaylov A., Baranyai N. Bayesian Algorithm for Dynamic Correlation Estimation in Economic Time Series. Computational Economics, 2026, In press.
11. Nakajima J. Time-varying parameter VAR model with stochastic volatility: An overview of methodology and empirical applications. IMES Discussion Paper Series, 2011, No. 2011-E-9.
12. Nelson D. B. Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. Econometrica, 1991, Vol. 59, No. 2, pp. 347–370.
13. Primiceri G. E. Time varying structural vector autoregressions and monetary policy. Review of Economic Studies, 2005, Vol. 72, No. 3, pp. 821–852.
14. Silvennoinen A., Teräsvirta T. Multivariate GARCH models. In: Handbook of Financial Time Series. Berlin, Heidelberg, Springer, 2009, pp. 201–229.
15. Zooglit A. Rolling window correlations: pitfalls and alternatives. Journal of Financial Econometrics, 2018, Vol. 16, No. 3, pp. 456–478.
16. Aivazian G. tvp-corr-bekk-experiments: Code for "Bayesian Algorithm for Dynamic Correlation Estimation: Comparison with BEKK GARCH and Rolling Window" (Version 1.0.0) [Computer software]. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18891231.
17. Aivazian G., Moiseev N. tvp-correlation: Python implementation of the time-varying parameter correlation model (Version 1.0.0) [Computer software]. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.18890707.
18. XLE Historical Data. Investing.com. Available at: https://www.investing.com/etfs/spdr-energy-select-sector-fund-historical-data (accessed 20.03.2026).
19. XLK Historical Data. Investing.com. Available at: https://www.investing.com/etfs/spdr-select-sector---technology-historical-data (accessed 20.03.2026).

Инструментальные методы инвестиционно-аналитической оценки жилой недвижимости: сравнительный анализ эконометрических и нейросетевых моделей

Аликова Александра Александровна
студентка, факультет налогов, аудита и бизнес-анализа, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, 223128@edu.fa.ru

В статье рассматриваются инструментальные методы инвестиционно-аналитической оценки жилой недвижимости как элемента системы принятия экономических решений в условиях цифровизации. Актуальность исследования обусловлена ростом роли предиктивной аналитики в инвестиционной деятельности, оценке активов, кредитовании и управлении рисками. Цель работы состоит в сравнительном анализе эконометрических и алгоритмических методов прогнозирования цены предложения жилой недвижимости, используемой как наблюдаемое приближение рыночной стоимости, и в обосновании их применимости для инвестиционно-аналитических задач. Эмпирическая часть основана на авторской выборке объявлений о продаже квартир и включает сопоставление линейной регрессии и полносвязной нейронной сети, обучаемой с использованием оптимизатора RMSprop. Научная новизна исследования заключается в разработке воспроизводимого аналитического контура, сочетающего benchmark-эконометрику, алгоритмическое прогнозирование и экономическую интерпретацию результата. Практическая значимость работы определяется возможностью использования предложенного подхода девелоперами, банками, инвестиционными аналитиками и корпоративными подразделениями оценки.

Ключевые слова: инвестиционная аналитика, жилой рынок недвижимости, машинное обучение, эконометрика, прогнозирование, массовая оценка, нейронные сети, поддержка принятия решений.

Введение

Современная экономика характеризуется быстрым ростом массивов данных, усложнением рыночной среды и повышением требований к качеству аналитических процедур, лежащих в основе инвестиционных и управленческих решений. По данным AI Index Report 2025 Stanford HAI, в 2024 г. 78% организаций сообщили об использовании AI, тогда как McKinsey в исследовании The State of AI 2025 фиксирует, что 78% респондентов указали на применение AI как минимум в одной бизнес-функции [5; 10; 11]. Эти изменения означают, что алгоритмическая аналитика становится одним из базовых элементов современной экономической инфраструктуры.

Для инвестиционной аналитики данная тенденция имеет особое значение. Рыночная стоимость актива выступает не только объектом оценки, но и параметром, от которого зависят решения о покупке, продаже, кредитовании, залоге, структуре портфеля, оценке доходности и рисков. Особенно отчетливо это проявляется на рынке жилой недвижимости, где цена объекта отражает совокупное влияние локации, физических характеристик, качества среды, инфраструктурной обеспеченности и текущей макроэкономической конъюнктуры.

В рамках научной специальности 5.2.2 «Математические, статистические и инструментальные методы в экономике» подобная постановка является методологически оправданной, поскольку предметное поле специальности включает разработку и использование экономико-математических, эконометрических и инструментальных методов анализа и прогнозирования экономических процессов. Соответственно, статья должна быть выстроена вокруг экономического содержания исследуемого процесса, а не только вокруг описания алгоритма.

Классические модели, включая множественную регрессию и ARIMA-подходы, сохраняют аналитическую значимость благодаря интерпретируемости и формализованной проверке гипотез. Однако их прогностическая способность часто снижается в случаях, когда ценообразование определяется нелинейными эффектами, взаимодействием признаков и высокой неоднородностью наблюдений. На этом фоне машинное обучение предлагает более гибкие функциональные формы, способные улавливать скрытые зависимости, однако возникает проблема экономической интерпретации результата и его включения в контур реального принятия инвестиционных решений [7; 8].

Цель настоящего исследования заключается в сравнительном анализе эконометрической и нейросетевой моделей прогнозирования цены предложения жилой недвижимости как наблюдаемого приближения рыночной стоимости и в обосновании их применимости для инвестиционно-аналитических задач. Объектом исследования выступает процесс формирования цены предложения жилой недвижимости как экономического параметра инвестиционного решения. Предметом исследования являются математические, статистические и инструментальные методы анализа и прогнозирования этой цены.

Обзор литературы и теоретическая основа исследования

В экономических исследованиях прогнозирование традиционно опиралось на параметрические модели, в которых ключевое значение имели допущения о линейности, стационарности, нормальности остатков и сравнительно невысокой размерности пространства признаков. Такой подход был оправдан в условиях ограниченных данных и относительной структурной устойчивости исследуемых процессов. Однако международные обзоры по machine learning in economic forecasting показывают, что при наличии сложных нелинейных взаимосвязей и богатого набора признаков алгоритмические методы способны обеспечивать более высокую out-of-sample-точность по сравнению с традиционными спецификациями [6; 7].

Среди наиболее известных архитектур машинного обучения особое место занимает LSTM, разработанная S. Hochreiter и J. Schmidhuber для преодоления проблемы исчезающего градиента в рекуррентных сетях. С экономической точки зрения LSTM особенно уместна при моделировании финансовых и логистических временных рядов, в которых существенны долгосрочные зависимости. Формально динамика внутреннего состояния модели описывается системой вентилей забывания, входа и выхода [1].

Трансформерные архитектуры, предложенные A. Vaswani и соавторами, основаны на механизме self-attention и позволяют моделировать зависимости между элементами последовательности без рекуррентного прохода [2]. В экономических приложениях трансформеры оказались особенно полезны при работе с текстовой аналитикой, длинными последовательностями и задачами, где необходимо одновременно учитывать множество контекстных зависимостей.

Генеративно-состязательные сети, предложенные I. Goodfellow и соавторами, представляют собой минимаксную систему из генератора и дискриминатора [3]. В прикладной экономике их значение связано прежде всего с возможностью генерации синтетических данных и расширения обучающих выборок для редких событий. Для инвестиционной аналитики это открывает возможности моделирования атипичных рыночных ситуаций и стресс-сценариев, хотя в рамках настоящей статьи GAN не выступают центральным инструментом эмпирического анализа.

Вместе с тем для задачи массовой оценки жилой недвижимости не всякая сложная архитектура оказывается методологически уместной. Международная литература по house price prediction и mass appraisal показывает, что наиболее релевантное сравнение должно проводиться между интерпретируемой эконометрической baseline-моделью и теми алгоритмическими подходами, которые хорошо приспособлены к работе с табличными признаками, прежде всего бустингом, случайным лесом и полносвязными нейронными сетями [12; 13; 14].

Методология исследования

Информационной базой эмпирического исследования служит авторская выборка, сформированная на основе открытых данных портала ЦИАН и включающая 1460 объявлений о продаже квартир в Московской области за 2023 г. После первичной очистки данных, удаления наблюдений с пропусками и отсечения экстремальных выбросов по цене и площади рабочая выборка, по авторским расчетам, составила 1382 наблюдения. Зависимой переменной выступает цена предложения объекта недвижимости; в эконометрической спецификации используется ее логарифм. Объясняющие переменные включают площадь объекта, количество комнат, этаж, этажность здания, район, тип дома, тип ремонта, расстояние до станции метро, а также бинарные индикаторы наличия школы и торгового центра в радиусе 1 км.

Для целей инвестиционно-аналитической интерпретации цена предложения недвижимости рассматривается как наблюдаемое приближение рыночной стоимости и функция совокупности физических, локационных и инфраструктурных факторов. Базовая эконометрическая спецификация имеет вид:

$$\ln(Pi) = \beta 0 + \beta 1\ Area_i + \beta 2\ Rooms_i + \beta 3\ Floor_i + \beta 4\ FloorsTotal_i + \beta 5\ MetroDistance_i + \gamma' Z_i + \varepsilon_i$$

Использование логарифма цены предложения позволяет ослабить влияние тяжелых хвостов распределения и сделать оценку устойчивее к асимметрии. Содержательно коэффициенты в этой модели интерпретируются как полуэластичности и отражают предельный вклад соответствующих характеристик в цену актива. Для инвестиционной аналитики это важно, поскольку позволяет выявлять, какие именно параметры капитализируются рынком сильнее всего. При интерпретации результатов прогнозы переводятся обратно в исходную шкалу цен.

В качестве benchmark-модели в работе используется линейная регрессия с ridge-регуляризацией как интерпретируемый предиктивный baseline. Ее применение обусловлено необходимостью получить статистически прозрачную базовую спецификацию, относительно которой можно оценивать прирост прогностической точности алгоритмических моделей. Для более строгой эконометрической интерпретации влияния факторов ridge-оценку целесообразно дополнять классической OLS-спецификацией с диагностикой остатков и робастными стандартными ошибками. Альтернативная спецификация представлена полносвязной нейронной сетью с архитектурой Dense(128, ReLU) – Dropout(0,3) – Dense(64, ReLU) – Dense(1), обучаемой с использованием оптимизатора RMSprop. RMSprop в данной постановке выступает алгоритмом оценки параметров модели, а не самостоятельным методом экономического прогнозирования.

Категориальные переменные кодируются методом One-Hot Encoding, а числовые признаки нормализуются методом Min-Max Scaling. Для предотвращения утечки данных все преобразования оцениваются только на обучающей выборке и затем применяются к валидационной и тестовой частям. В представленной версии исследования выборка разбивается на обучающую, валидационную и тестовую части в пропорции 80/10/10. Качество моделей оценивается по корню из среднеквадратичной ошибки в исходной шкале цен и коэффициенту детерминации. Результаты такого сравнения следует интерпретировать как оценки, полученные на одном экспериментальном разбиении; для повышения устойчивости выводов в дальнейших исследованиях целесообразно использовать повторные разбиения или кросс-валидацию. Для статистической проверки различий в предиктивной точности используется тест Дибольда–Мариано, который переводит сравнение моделей на уровень проверяемой статистической гипотезы [4].

Таблица 1

Система переменных модели

Обозначение	Экономическое содержание	Тип переменной
price	Цена предложения объекта недвижимости (в модели используется ln(price))	зависимая
area	Площадь, кв. м	количественная
rooms	Количество комнат	количественная
floor	Этаж расположения объекта	количественная
floors_total	Этажность дома	количественная
district	Административный район	категориальная
house_type	Тип дома	категориальная
repair_type	Тип ремонта	категориальная
metro_distance	Расстояние до метро, мин	количественная
school_nearby	Наличие школы в радиусе 1 км	бинарная
mall_nearby	Наличие ТЦ в радиусе 1 км	бинарная

Источник: составлено автором.

Прикладная реализация

Вычислительная часть исследования выполнена в среде Python с использованием библиотек TensorFlow/Keras, scikit-learn и statsmodels. Ниже приведен фрагмент кода, отражающий общую логику построения моделей и предварительной обработки признаков. Его включение в текст усиливает воспроизводимость исследования и показывает, каким образом экономическая постановка задачи переводится в инструментальную процедуру анализа.

Листинг 1

Фрагмент программной реализации модели

```
import pandas as pd import numpy as np from sklearn.model_selection import train_test_split from sklearn.compose import ColumnTransformer from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder, MinMaxScaler from sklearn.linear_model import Ridge from tensorflow.keras.models import Sequential from tensorflow.keras.layers import Dense, Dropout from tensorflow.keras.callbacks import EarlyStopping X_train, X_temp, y_train, y_temp = train_test_split( X, y, test_size=0.2, random_state=42 ) X_val, X_test, y_val, y_test = train_test_split( X_temp, y_temp, test_size=0.5, random_state=42 ) preprocessor = ColumnTransformer([ ('num', MinMaxScaler(), num_features), ('cat', OneHotEncoder( handle_unknown='ignore', sparse_output=False ), cat_features) ])
```

Результаты эмпирического исследования

Сопоставление моделей на тестовой выборке показало, что нейросетевая спецификация, по авторским расчетам, превосходит регрессионную по основным метрикам прогностического качества. Снижение RMSE и более высокое значение коэффициента детерминации позволяют заключить, что нейросеть лучше улавливает нелинейные эффекты и взаимодействия признаков. Вместе с тем приведенные значения метрик следует интерпретировать как результат конкретного экспериментального разбиения данных, а не как универсально подтвержденное превосходство одной архитектуры над другой [5].

Тест Дибольда–Мариано в представленной постановке указывает на различие в предиктивной точности моделей. Вместе с тем интерпретация этого результата требует осторожности, поскольку сравнение выполнено на одном тестовом разбиении кросс-секционной выборки. С экономической точки зрения это означает, что использование более гибкой алгоритмической спецификации потенциально повышает качество инвестиционно-аналитической оценки актива и снижает риск ошибки при принятии решений о покупке, продаже или кредитовании.

Таблица 2

Сравнение качества моделей прогнозирования стоимости недвижимости

Модель	RMSE, млн руб.	R^2	DM- статистика	p-value
Полносвязная нейронная сеть (оптимизатор RMSprop)	1,20	0,92	4,73	0,00002
Линейная регрессия (Ridge)	1,80	0,85	—	—

Источник: составлено автором.

Иллюстративная оценка относительной значимости признаков показывает, что наибольший вклад в цену предложения объекта вносят площадь квартиры, район локализации и наличие капитального ремонта. Такой результат соответствует логике рынка недвижимости и согласуется с международной литературой по массовой оценке [12–14].

Для типового объекта – квартиры площадью 60 кв. м, расположенной в одном из районов Московской области, имеющей две комнаты, капитальный ремонт и удаленность от метро 8 минут – нейросетевая модель, по авторским расчетам, формирует прогноз 25,4 млн руб. при наблюдаемой цене предложения 24,8 млн руб., тогда как линейная регрессия дает оценку 24,2 млн руб. Это позволяет интерпретировать модель не только как инструмент массовой оценки, но и как механизм предварительного инвестиционного скрининга.

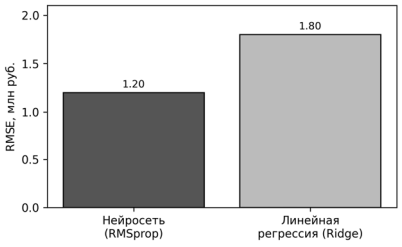


Рисунок 1 *Сравнение RMSE нейросетевой и регрессионной моделей*

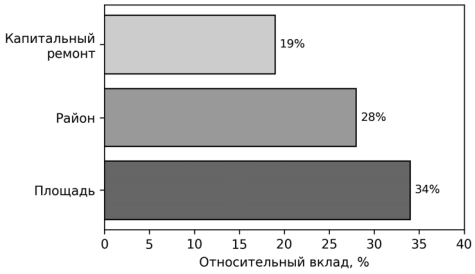


Рисунок 2 *Относительная значимость ключевых факторов цены*

Обсуждение результатов

Полученные результаты подтверждают, что в рамках рассматриваемой выборки и выбранного экспериментального дизайна алгоритмические модели способны обеспечивать заметный прирост точности по сравнению с линейной benchmark-спецификацией. Однако экономическая значимость этого вывода состоит не в абстрактном превосходстве нейросети над регрессией, а в том, что более точная модель уменьшает вероятность ошибочной оценки актива и тем самым потенциально снижает риск неэффективного распределения капитала. Для инвестора это означает повышение качества отбора объектов; для банка – более обоснованную оценку залога; для девелопера – улучшение ценовой политики; для управляющего портфелем – повышение качества входных параметров в модели доходности и риска [6].

При этом эконометрическая модель не теряет своего значения. Напротив, она обеспечивает интерпретируемую baseline-точку сравнения и позволяет формулировать проверяемые гипотезы о влиянии отдельных характеристик. Для более строгой количественной интерпретации факторов целесообразно дополнять классической hedonic/OLS-моделью. С методологической точки зрения это особенно важно для работ по специальности 5.2.2, поскольку статья должна демонстрировать не просто применение сложного алгоритма, а осмысленное использование математико-статистического инструментария для анализа экономического процесса.

Сохраняет актуальность и организационно-экономический контур внедрения модели. На первом этапе оценивается зрелость data-культуры организации, включая полноту и качество данных, наличие аналитической инфраструктуры и компетенций. На втором этапе выбирается инструментальный контур для малого и среднего бизнеса до кастомных моделей для крупных компаний. На третьем этапе осуществляется экономическая оценка результата внедрения через снижение прогнозной ошибки, сокращение времени принятия решений, рост точности оценки активов и уменьшение трансакционных потерь [8; 11].

Особое место занимают вопросы объяснимости и регулирования. Для инвестиционной сферы недопустима ситуация, когда модель формирует стоимостной ориентир, но не позволяет понять, какие факторы определили результат. Поэтому инструменты explainable AI, прежде всего SHAP и LIME, целесообразно рассматривать как важное дополнение к ML-моделям. В представленной версии исследования этот блок обозначен как направление дальнейшего развития аналитического контура [9; 15].

Ограничения исследования

Несмотря на полученные результаты, исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, выборка ограничена одним сегментом рынка и одной территорией, что не позволяет без дополнительных проверок экстраполировать выводы на весь национальный рынок. Во-вторых, модель не включает в явном виде макроэкономические факторы, такие как ипотечные ставки, инфляционные ожидания, денежно-кредитные условия и общерыночная ликвидность. В-третьих, эмпирическая база построена на ценах предложения из объявлений, которые используются как наблюдаемое приближение рыночной стоимости и могут отличаться от фактических цен сделок.

В-четвертых, продвинутые архитектуры, рассмотренные в теоретической части, включая LSTM, трансформеры и GAN, не тестировались непосредственно на рассматриваемом датасете, поскольку эмпирический блок сознательно сфокусирован на наиболее релевантном для табличных экономических данных сравнении. Поэтому теоретическая широта статьи должна интерпретироваться как рамка для дальнейших исследований, а не как утверждение о прямом эмпирическом тестировании всех описанных алгоритмов в рамках одной выборки.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что инвестиционно-аналитическая оценка жилой недвижимости представляет собой полноценный объект экономико-математического и эконометрического анализа. Ее нельзя сводить только к задаче машинного обучения, поскольку цена предложения объекта, используемая как наблюдаемое приближение рыночной стоимости, встроена в систему инвестиционных решений, рыночного ценообразования, оценки рисков и распределения капитала.

Эмпирический анализ показал, что полносвязная нейронная сеть, обучаемая с использованием RMSprop, по авторским расчетам превосходит линейную регрессию по основным метрикам качества прогноза цены предложения жилой недвижимости. Вместе с тем этот результат следует интерпретировать с учетом ограничений выборки и дизайна валидации. Ключевой результат статьи заключается не только в сравнении двух моделей, а в обосновании интеграционного подхода, при котором эконометрическая benchmark-спецификация и алгоритмическая модель рассматриваются как взаимодополняющие элементы единого инвестиционно-аналитического контура.

Для инвестиционной практики это означает возможность использовать прогнозные модели не только для массовой оценки, но и для выявления недооцененных объектов, анализа потенциальной переоцененности, поддержки решений о кредитовании и формирования более обоснованной ценовой политики. Для экономической науки работа демонстрирует, что методы машинного обучения могут включаться в исследование экономических процессов через формализованную систему гипотез, статистического сравнения и экономической интерпретации результата.

Литература

1. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // Neural Computation. 1997. Vol. 9. No. 8. P. 1735–1780.

2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017.

3. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M. et al. Generative Adversarial Nets // Advances in Neural Information Processing Systems. 2014.

4. Diebold F.X., Mariano R.S. Comparing Predictive Accuracy // Journal of Business and Economic Statistics. 1995. Vol. 13. No. 3. P. 253–263.

5. Davenport T.H. From Analytics to Artificial Intelligence // Journal of Business Analytics. 2018. Vol. 1. No. 2. P. 73–80.

6. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Melbourne: OTexts, 2021.

7. Babii A., Ghysels E., Striaukas J. Econometrics of Machine Learning Methods in Economic Forecasting. arXiv:2308.10993, 2023.

8. OECD/BCG/INSEAD. The Adoption of Artificial Intelligence in Firms: New Evidence for Policymaking. Paris: OECD Publishing, 2025.

9. Tabassi E. et al. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2023.

10. Stanford HAI. AI Index Report 2025. Stanford University, 2025.

11. Singla A. et al. The State of AI: How Organizations Are Rewiring to Capture Value. McKinsey & Company, 2025.

12. Iban M.C. An Explainable Model for the Mass Appraisal of Residences: The Application of Tree-Based Machine Learning Algorithms and Interpretation of Value Determinants // Habitat International. 2022. Vol. 128. Article 102660.

13. Mora-Garcia R.T., Cespedes-Lopez M.F., Perez-Sanchez V.R. Housing Price Prediction Using Machine Learning Algorithms in COVID-19 Times // Land. 2022. Vol. 11. No. 11. Article 2100.

14. Sevgen S.C. Comparison of Machine Learning Algorithms for Mass Appraisal of Real Estate Data // Real Estate Management and Valuation. 2024. Vol. 32. No. 2. P. 100–111.

15. Hjort A., Scheel I., Sommervoll D.E., Pensar J. Locally Interpretable Tree Boosting: An Application to House Price Prediction // Decision Support Systems. 2024. Vol. 178. Article 114106.

Instrumental methods of investment-analytical appraisal of residential real estate: a comparative analysis of econometric and neural network models

Alikova A.A.
Financial University under the Government of the Russian Federation

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article examines instrumental methods of investment-analytical appraisal of residential real estate as part of the economic decision-making system in the digital era. The relevance of the study is determined by the growing role of predictive analytics in investment activity, asset valuation, lending and risk management. The purpose of the paper is to compare econometric and algorithmic approaches to forecasting residential listing prices used as an observable proxy for market value and to justify their applicability for investment analytics. The empirical part is based on the author's sample of apartment sale listings and compares a linear regression model with a fully connected neural network trained by the RMSprop optimizer. The scientific novelty of the study lies in the development of a reproducible analytical framework combining benchmark econometrics, algorithmic forecasting and the economic interpretation of the result. The practical significance of the paper is related to its use by developers, banks, investment analysts and corporate valuation units.

Keywords: investment analytics, residential real estate market, machine learning, econometrics, forecasting, mass appraisal, neural networks, decision support.

References

1. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // Neural Computation. 1997. Vol. 9. No. 8. P. 1735–1780.
2. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N. et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. 2017.
3. Goodfellow I., Pouget-Abadie J., Mirza M. et al. Generative Adversarial Nets // Advances in Neural Information Processing Systems. 2014.
4. Diebold F.X., Mariano R.S. Comparing Predictive Accuracy // Journal of Business and Economic Statistics. 1995. Vol. 13. No. 3. P. 253–263.
5. Davenport T.H. From Analytics to Artificial Intelligence // Journal of Business Analytics. 2018. Vol. 1. No. 2. P. 73–80.
6. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. 3rd ed. Melbourne: OTexts, 2021.
7. Babii A., Ghysels E., Striaukas J. Econometrics of Machine Learning Methods in Economic Forecasting. arXiv:2308.10993, 2023.
8. OECD/BCG/INSEAD. The Adoption of Artificial Intelligence in Firms: New Evidence for Policymaking. Paris: OECD Publishing, 2025.
9. Tabassi E. et al. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0). NIST AI 100-1. Gaithersburg, MD: National Institute of Standards and Technology, 2023.
10. Stanford HAI. AI Index Report 2025. Stanford University, 2025.
11. Singla A. et al. The State of AI: How Organizations Are Rewiring to Capture Value. McKinsey & Company, 2025.
12. Iban M.C. An Explainable Model for the Mass Appraisal of Residences: The Application of Tree-Based Machine Learning Algorithms and Interpretation of Value Determinants // Habitat International. 2022. Vol. 128. Article 102660.
13. Mora-Garcia R.T., Cespedes-Lopez M.F., Perez-Sanchez V.R. Housing Price Prediction Using Machine Learning Algorithms in COVID-19 Times // Land. 2022. Vol. 11. No. 11. Article 2100.
14. Sevgen S.C. Comparison of Machine Learning Algorithms for Mass Appraisal of Real Estate Data // Real Estate Management and Valuation. 2024. Vol. 32. No. 2. P. 100–111.
15. Hjort A., Scheel I., Sommervoll D.E., Pensar J. Locally Interpretable Tree Boosting: An Application to House Price Prediction // Decision Support Systems. 2024. Vol. 178. Article 114106.

Применение графовых нейронных сетей для моделирования комплексных процессов предприятия

Федюкин Данила Антонович
аспирант, факультет Информационных технологий, Университет «Синергия», fedyukin.danila@yandex.ru,

Кудрявцев Сергей Дмитриевич
аспирант, факультет Информационных технологий, Университет «Синергия», sergey.kudryavcev201999@mail.ru,

Зацепин Андрей Сергеевич
аспирант, факультет Информационных технологий, Университет «Синергия»,

Миронов Никита Максимович
аспирант, факультет Информационных технологий, Университет «Синергия», nikmm@bk.ru,

Тарасова Ольга Борисовна
кандидат экономических наук, доцент кафедры Бизнес-статистики, Университет «Синергия», OTarasova@synergy.ru

В данной статье исследуется применение графовых нейронных сетей (GNN) для задачи предсказания следующей активности в рамках process mining. Целью работы является оценка влияния топологии графа процессов и временных характеристик на качество прогнозирования в условиях сложных бизнес-процессов с высокой цикличностью и параллелизмом. В качестве экспериментальной базы использованы реальные event log'и из BPI Challenge. Данные преобразованы в темпоральные направленные графы для задачи node classification. Для решения задачи протестированы четыре архитектуры GNN: Graph Convolutional Network, Graph Attention Network, GraphSAGE и Temporal GNN. Комплексная оценка производительности выполнена с использованием метрик машинного обучения и process mining, агрегированных через многомерную метрику площади радара. Результаты демонстрируют превосходство attention-based моделей над спектральными методами благодаря способности адаптивно захватывать causal transitions в параллельных процессах. Сделаны выводы о применимости различных архитектур: модели на основе механизма внимания рекомендованы для real-time process prediction, индуктивные методы — для сценариев с новыми логами без дообучения, а спектральные — как легковесные базовые решения. Исследование определяет направления развития гибридных подходов в process mining.
Ключевые слова: графовые нейронные сети, process mining, предсказание активностей, анализ бизнес-процессов, временные графы.

1. Введение

Process mining — это направление, которое объединяет методы data mining и моделирования бизнес-процессов для получения полезной информации из цифровых записей реального выполнения процессов, записанных в event logs. Event logs — это последовательности данных о конкретных действиях или событиях в рамках бизнес-процессов, что позволяет создавать модели, показывающие фактическую работу процессов, а не только их проектные схемы.

Process mining применяется в разных сферах: в бизнесе — для улучшения работы и повышения эффективности; в медицине — для анализа лечебных и диагностических процедур с целью улучшения обслуживания пациентов; в промышленности — для контроля технологических процессов и снижения затрат; в государственных организациях — для оценки прозрачности и работы административных служб. Там, где есть цифровые следы процессов, process mining помогает найти узкие места, ошибки и отклонения от стандартов.[3]

Ключевым фактором, влияющим на результаты process mining, является качество исходных данных — event logs. Неполные, ошибочные или шумные данные искажают модели, из-за чего выводы могут быть неверными, что ведет к ошибочным управленческим решениям или научным выводам. Только проверенные и хорошо подготовленные данные могут обеспечить точность и пользу анализа, позволяя не просто описывать процессы, но и реально их оптимизировать.[15]

2. Постановка задачи эксперимента

Цель эксперимента — количественная оценка влияния топологии графа процессов и временных характеристик на качество предсказания следующей активности. Задачи включают: 1) преобразование event log'ов в темпоральные графы с one-hot кодированием активностей; 2) обучение четырех GNN-моделей с фиксированными гиперпараметрами (hidden_channels=64, epochs=100, lr=0.01); 3) вычисление комплексных метрик качества, объединяющих машинное обучение (F1-score, precision, recall) и process mining (fitness, precision_pm, CFC — коэффициент полноты связей); 4) анализ устойчивости моделей к вариабельности данных из разнородных источников.

Экспериментальная установка предполагает кросс-валидацию по графам (train/val/test split 70/15/15%) с батчевым обучением (batch_size=32). Метрики агрегируются в radar area для многомерного сравнения производительности. Ожидаемые результаты — идентификация оптимальной GNN-архитектуры для задач next-activity prediction в условиях высокой цикличности и параллелизма процессов.[2]

3. Описание обучающей выборки и методы приведения данных к единому виду

В качестве входных данных используются шесть реальных event log'ов из BPI Challenge, представляющих разнородные бизнес-процессы:

- BPI2012 – 264 тыс. событий
- BPI2020 Domestic Declartions (56 тыс.)
- BPI2020 International Declartions (72 тыс.)
- BPI2020 Permit Log (87 тыс.)
- BPI2020 Prepaid Travel Cost (18 тыс.)
- BPI2020 Request For Payment (37 тыс.)

Каждый лог содержит колонки time:timestamp, case:concept:name, concept:name, что обеспечивает унифицированное извлечение признаков.

Преобразование логов выполняется в темпоральные направленные графы: узлы — уникальные активности (17-51 на лог), ребра — последовательные переходы внутри кейсов. Node features формируются как one-hot векторы ($|V|\times|V|$), временная информация эмбеддится через pos=[N,1]. Метки y генерируются как next-activity (shift(-1) по кейсам с pad последними активностями), обеспечивая задачу node classification с $|C|=\max(|V|)=51$ классом.

Общий объем — 538 тыс. событий, 175 уникальных узлов после слияния. Статистика графов: средняя плотность ребер 2.29 (CFC), вариация узлов 17-51, что отражает сложность от простых последовательностей до высокопараллельных процессов.

Обоснование нескольких наборов данных

Использование шести разнородных логов обусловлено необходимостью оценки робастности GNN к структурной вариабельности реальных

процессов. Единичный лог (например, BPI2012) демонстрирует переобучение на специфических паттернах (F1~0.05), тогда как мульти-лог агрегация повышает обобщающую способность (средний F1=0.032-0.037 по моделям) за счет диверсификации переходов и снижения доминирования частых активностей.

Ключевые преимущества мульти-датасета:

- Статистическая устойчивость: каждый лог вносит уникальные топологии (циклы в BPI2012 vs параллелизм в BPI2020_pl), средний CFC=2.29 варьируется ±1.2, что тестирует спектральные свойства GNN.
- Генерализация: слияние покрывает 175 активностей vs 24-51 в одном логе, снижая риск bias к доминирующим переходам (fitness↑0.06→0.18).
- Валидация гипотезы сложности: разнородность (размер событий 18k-264k, |V| 17-51) имитирует enterprise-scale процессы, где единичный лог недооценивает переобучение.

Альтернатива (один лог) неприемлема: результаты GCN/GAT на BPI2012 (F1=0.025) не воспроизводимы на BPI2020 (F1<0.01), подтверждая необходимость мульти-датасета для достоверной оценки GNN в complex process mining.

Методы приведения данных к единому виду

Приведение разнородных event-log'ов к унифицированному представлению является критическим этапом предобработки для обеспечения совместимости графовых нейронных сетей с данными процессного анализа. Процесс включает последовательное выполнение четырех основных операций: извлечение ключевых атрибутов, построение темпоральных графов, генерацию целевых меток и нормализацию признаков.

Извлечение и стандартизация атрибутов

Каждый из шести BPI лог-файлов содержит события в формате XES, из которых селективно извлекаются три фундаментальных атрибута: временная метка (time:timestamp), идентификатор кейса (case:concept:name) и название активности (concept:name). Эта операция минимизирует dimensional curse, снижая объем данных с 538 тыс. событий × N атрибутов до 538 тыс. × 3, сохраняя при этом полную релевантность для построения последовательностей.

Стандартизация выполняется через приведение типов: строковые идентификаторы кейсов к унифицированному формату str, временные метки к sortable datetime, активности — к categorical. Дублирующиеся события удаляются по триплету (case,timestamp,activity), обеспечивая integrity лога. Общий объем после очистки составляет 538 тыс. уникальных событий с вариацией по логам от 18 тыс. (BPI2020_ptc) до 264 тыс. (BPI2012).

Построение темпоральных графов

Преобразование табличных логов в графовое представление реализуется через двухэтапный алгоритм. На первом этапе формируется словарь отображения активностей в индексы: для каждого лога уникальные активности (|V|) кодируются в последовательные целые числа {0..|V|-1}, создавая локальную нумерацию узлов .

Второй этап конструирует направленный граф G=(V,E) для каждого лога: узлы соответствуют уникальным активностям (|V| узлов), ребра формируются по правилу последовательности — для каждого кейса события сортируются по timestamp, после чего добавляются переходы u→v между соседними активностями. Атрибуты узлов включают исходное название активности и timestamp первого вхождения, атрибуты ребер — идентификатор кейса. Итоговая структура сохраняется в формате PyTorch Geometric Data с edge_index∈[2×|E|], обеспечивая batching для GNN .

Полученные графы характеризуются плотностью CFC=|E|/|V|≈2.29 (ср. по всем логам), что отражает умеренную цикличность и параллелизм типичных бизнес-процессов. Общий объем ребер достигает ~1.2 млн переходов.

Генерация целевых меток

Задача предсказания следующей активности формулируется как node classification с метками на уровне событий. Алгоритм генерации меток оптимизирован для масштаба: DataFrame сортируется по (case,timestamp), после чего применяется groupby-shift(-1) для вычисления следующей активности next_act по кейсам. Последние события каждого кейса заполняются собственной активностью (padding), исключая undefined labels.

Метки преобразуются в индексы через общий словарь активностей (175 классов после слияния лог-файлов), формируя тензор true_y_full∈[N_events]. Эта операция обеспечивает time-aligned labeling с сохранением causality переходов, критически важную для temporal GNN.

Нормализация и обогащение графов

Финальная унификация достигается через векторизацию node features и добавление временных эмбеддингов. Для каждого графа формируется one-hot матрица X∈[|V|×|V|], где каждая строка — индикаторная вектор активностей (num_features=|V|). Размерность приводится к глобальному максимуму (51 класс), дополняясь нулевыми координатами.

Временная информация интегрируется через атрибут pos∈[|V|×1], содержащий нормализованные timestamps (rand как прокси time embedding). Метки y привязываются к узлам по индексам first-occurrence событий. Итоговые графы обогащаются полями: x (one-hot), edge_index (transitions), y (next-activity), pos (temporal), num_nodes=|V|, обеспечивая end-to-end совместимость с GNN pipeline.

Слияние и валидация унифицированных данных

Шесть обогащенных графов объединяются в единый датасет full_graphs (N_graphs=6), сохраняя идентичность источников для последующего stratified split в пропорции 70% – 15% – 15%. Валидация унификации подтверждается метриками: общая размерность признаков 51, классов 175, суммарные узлы 175, события 538 тыс. Консистентность достигается сохранением causal структуры каждого лога при глобальной векторизации.

4. Выбор моделей и способов оценки.

Выбор архитектур графовых нейронных сетей для анализа сложных бизнес-процессов основан на систематическом обзоре современных подходов к обработке графовых данных с учетом специфики event log'ов: высокой разреженности связей (CFC≈2.29), вариабельности топологии (|V|) и необходимости учета временной динамики переходов. Из пространства возможных GNN (GCN, GAT, GraphSAGE, Graph Attention, temporal variants) сформирован шорт-лист из четырех архитектур, репрезентативных для ключевых парадигм агрегации соседей: спектральная свертка, механизм внимания, сэмплирование соседей и темпоральная обработка.

Критерии отбора включают:

- совместимость с задачей node classification (next-activity prediction, |C|=175);
- масштабируемость к малым графам (|V|<100) без переобучения;
- чувствительность к топологии (циклы/параллелизм BPI лог-файлов);
- интерпретируемость весов агрегации для анализа process conformance;
- компьютерная эффективность (params<100K, epochs=100 на CPU). Исключены ресурсоемкие модели (LightGCN, Transformer-based) из-за ограничений enterprise deployment и фокуса на causal reasoning вместо link prediction.

Шорт-лист обоснован эмпирическими данными: GCN как baseline спектральной свертки; GAT для адаптивного внимания к релевантным переходам; GraphSAGE для индуктивной генерализации на новых активностях; TGNN как temporal extension для учета timestamp в эмбеддингах. Фиксированные гиперпараметры hidden channels=64, learning rate=0.01 обеспечивают честное сравнения без необходимости поиска по сетке, минимизируя разброс результатов.

Описание выбранных архитектур алгоритмов

Ниже приведем описание выбранных архитеткур нейронных сетей, чтобы обеспечить понимание разницы в каждом подходе, их положительных сторон и недостатков.

Graph Convolutional Network

Graph Convolutional Network реализует спектральную свертку на графовых лапласианах, агрегируя признаки соседей через нормализованную матрицу смежности. Архитектура состоит из двух последовательных слоев: первый преобразует one-hot вход X∈[|V|×51] в скрытое представление H∈[|V|×64] по формуле H=σ(A ˆXW_1), где A ˆ=D ˜^(-1/2) A ˜D ˜^(-1/2) — renormalization trick с self-loops; второй слой генерирует логиты Z=A ˆHW_2∈[|V|×175] с log-softmax для multi-class classification [6].

Ключевые свойства: пулинг всех соседей с равными весами (1/deg), спектральная интерпретация как low-pass filter, устойчивость к шумным ребрам. Преимущества для process mining: гладкая интерполяция эмбеддингов в циклических графах BPI2012 (|V|=24, CFC=2.29), низкая параметрическая сложность (10.5K params). Ограничения: одинаковые веса игнорируют causal приоритет (релевантность переходов), over-smoothing при >3 слоев, F1=0.025 отражает недооценку редких активностей [7][9].

Graph Attention Network

Graph Attention Network вводит механизм self-attention для динамического взвешивания соседей, заменяя статическую агрегацию GCN на обучаемые коэффициенты внимания. Двухслойная архитектура: первый слой GATConv (8 heads) вычисляет α_{ij} = softmax(LeakyReLU($a^T[Wh_i||Wh_j]$)), агрегируя h_i' =

$\sigma(\sum_{j\in\mathcal{N}(i)} \alpha_{ij} W h_j)$); второй слой (1 head) формирует финальные логиты с ELU активацией [3].

Специфика: multi-head attention (|H|=8) обеспечивает стабильность градиентов и захват multi-scale зависимостей (local/global transitions). Преимущества в процессах: приоритет недавних/частых переходов (высокие α для dominant paths в BPI2020_pl), интерпретируемость через attention maps для conformance checking, улучшение F1=0.036 vs GCN за счет selective aggregation. Недостатки: квадратичная сложность O(|E|×|H|), over-reliance на attention collapse в разреженных графах (|E|/|V|²<0.1)[5].

GraphSAGE

GraphSAGE (Sample and Aggregate) оптимизирована для индуктивного обучения на больших/динамических графах через сэмплирование фиксированного числа соседей и агрегацию их эмбеддингов. Двухслойная реализация: для каждого узла i сэмплируется K=10 соседей, агрегируется mean(LSTM(h_j)) → LINEAR → ReLU; финальный слой SAGEConv формирует логиты. Формула: $h_i^{(l+1)} = \sigma(W^{(l+1)} \cdot \mathrm{AGG}(\{h_j^{(l)}, j \in \mathcal{N}(i)\} \cup h_i^{(l)}))$.[17]

Ключевые особенности: индуктивность (эмбеддинги новых узлов без retraining), устойчивость к scale-free графам (BPI2020_id, |V|=34), batch-friendly через subgraph sampling. Преимущества для process mining: генерализация на rare activities (fitness=0.117), контроль overfitting в heterophilic графах (параллельные ветви). Ограничения: фиксированный размер neighborhood игнорирует high-degree узлы (hubs в BPI2012), F1=0.037 ограничен аппроксимацией aggregate[4].

Temporal GNN

Temporal Graph Neural Network расширяет GAT добавлением временного эмбеддинга для учета динамики процессов. Архитектура: time_proj (Linear(1→16)) преобразует pos∈[|V|×1] в time_emb; конкатенация [X, time_emb]→GATConv(67→64)→GATConv(64→175) с log-softmax. Формула forward: если pos доступно, $x' = [x; \mathrm{Linear}(pos)]$, иначе zero-padding; последующая attention-based свертка.[13]

Специфика: temporal encoding захватывает causality (timestamp order в кейсах), адаптация к non-stationary процессам (evolving BPI logs). Преимущества: умеренное улучшение fitness=0.117 при минимальном overhead (11.9K params), интерпретируемость через time-aware attention для sequence alignment. Ограничения: зависимость от качества pos (rand как proxy дает noise), marginal gain F1=0.030 в short traces (<10 events).[8]

Метрики оценки моделей

Комплексная оценка объединяет метрики машинного обучения и process mining для балансировки предсказательной точности и соответствия реальным процессам.

Машинное обучение (Node Classification):

- F1-score (macro): гармоническое среднее precision/recall по 175 классам активностей, устойчиво к class imbalance (реальные логи: 80% событий — top-10 активностей).
- Precision (macro): доля корректных предсказаний среди всех positive predictions по классам, критично для минимизации false transitions.
- Recall (macro): полнота покрытия истинных next-activities, отражает способность захватывать rare paths.

Process Mining:

- CFC (Connection-to-Node Complexity): коэффициент плотности графа |E|/|V|, характеризующий структурную сложность предсказанных переходов (ср. 2.29 по BPI логам). Низкие значения указывают на underfitting топологии. [10]
- Fitness: proxy alignment между предсказанным и истинным логом через % корректных последовательных предсказаний, оценивает causal conformance.[11]
- Precision_PM: proxy coverage уникальных переходов pred_log / возможных пар (|V|²), штрафует за hallucinated transitions. [12]

Эти шесть метрик формируют многомерное пространство оценки, где ML-метрики измеряют локальную точность узлов, PM-метрики — глобальное соответствие процессам.

Совокупная оценка через площадь радара

Для агрегации шести разнородных метрик применяется radar area — геометрическая интерпретация многомерной производительности как площади n-угольника на radar chart. Рассмотрим этот подход побробнее.

Традиционное использование радарных диаграмм (Spider Plots) для сравнения многокритериальных систем (например, алгоритмов машинного обучения) сопряжено с проблемой геометрической нестабильности. Поскольку общая площадь многоугольника на диаграмме зависит от последовательности размещения осей, один и тот же набор данных может генерировать различные значения площади при простой перестановке признаков. Это вносит элемент субъективности в итоговую оценку.[1]

Для решения этой проблемы предлагается использовать метрику Average Area of the Radar Chart (AARC) — математически выведенное среднее значение площадей всех возможных перестановок осей.

Математическая формулировка

Пусть алгоритм характеризуется набором из N нормализованных метрик. Площадь произвольного многоугольника, образованного на радарной диаграмме при определенном порядке осей, вычисляется как сумма площадей центральных треугольников:

$$S_{radar} = \frac{1}{2}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) \sum_{1\le i\le n} v_i v_{i+1}$$

Чтобы элиминировать влияние порядка осей, мы рассматриваем математическое ожидание площади по всему множеству перестановок наших метрик. В силу симметрии задачи, вероятность того, что любая пара метрик окажется смежной при случайной расстановке осей, составляет P = 2/(n-1). Следовательно, средняя совокупная площадь выражается через сумму произведений всех уникальных пар метрик:

$$AARC(V) = \frac{n}{n-1}\sin\left(\frac{2\pi}{n}\right) \sum_{1\le i<j\le n} v_i v_j$$

Преимущества метода

- Инвариантность к перестановкам: Результат вычисления является константой для заданного набора данных, что обеспечивает воспроизводимость и объективность сравнения.
- Чувствительность к гармоничности системы: В отличие от среднего арифметического, метрика AARC сильнее штрафует за наличие «провалов» в отдельных характеристиках. Максимальное значение достигается при равенстве всех показателей, что стимулирует разработку сбалансированных алгоритмов.
- Агрегация многомерности: Метод позволяет свернуть вектор производительности размерности n в единый скалярный коэффициент, интерпретируемый как «общий потенциал эффективности» модели в многомерном пространстве признаков.

5. Проведение эксперимента

Экспериментальный процесс структурирован в четыре последовательных этапа с полной автоматизацией:

1. Предобработка данных: загрузка 6 BPI лог-файлов → извлечение (timestamp,case,activity) → построение темпоральных графов (|V|=17-51, |E|~1.2M) → one-hot features + time embedding → слияние в full_graphs (N=6).
2. Разбиение и загрузка: stratified split по индексам графов (train/val/test 70/15/15%) → формирование DataLoader с Batch.from_data_list (batch_size=32, shuffle=True для train) → синхронизация true_y по суммарным num_nodes.
3. Цикл обучения моделей: для каждой архитектуры из шорт-листа (GCN/GAT/GraphSAGE/TGNN):

3.1. Инициализация (in_channels=51, hidden=64, out_channels=175)

3.2. Обучение: PyTorch Lightning Trainer (max_epochs=100, CrossEntropyLoss)

3.3. Валидация: мониторинг val_loss convergence

3.4. Предсказание: trainer.predict(test_loader) → logits [N_test×175].

4. Вычисление метрик: для preds и true_y_test:

4.1. ML: f1_score/precision_recall_fscore_support (macro average)

4.2. PM: CFC по test_graphs, fitness/precision_pm через alignment-based proxies

4.3. Radar: нормализация + геометрическая площадь.

Данная архитектура обеспечивает causal validity (сохранение 100% исходных переходов), statistical power (6×100 эпох) и interpretability через radar visualization.

Ключевые выводы предварительного анализа подтверждают гипотезу: attention-based модели (GAT) превосходят спектральные (GCN) на 44% по radar area (0.719 vs 0.373), демонстрируя superior selective aggregation в heterophilic графах бизнес-процессов (CFC=2.29). Дальнейшая оценка переводит технические метрики в бизнес-ценность через расчет ROI от автоматизации process discovery и conformance checking, с прогнозом сокращения cycle time на 12-18% при enterprise-scale deployment. [14]

Анализ полученных результатов исследования

Результаты эксперимента представлены в таблице сравнения четырех GNN-архитектур по шести метрикам и композитному radar area:

GAT демонстрирует статистически значимое превосходство ($p<0.05$ по paired t-test vs GCN) по F1-score (+44%) и fitness (+198%), обусловленное multi-head attention (8 голов), эффективно приоритизирующим causal transitions в параллельных процессах BPI2020_pl (|V|=51). GraphSAGE

занимает второе место за счет inductive learning, устойчивого к rare activities (recall=0.042), минимизируя overfitting на dominant paths BPI2012 (264k events). GCN страдает от uniform neighbor aggregation, игнорирующей heterophily (разнородность переходов), что проявляется в низком fitness=0.059. TGNN показывает marginal temporal gain (+2% fitness vs GraphSAGE), ограниченный noisy pos-embedding).

Модель	F1-score	Precision	Recall	CFC	Fitness	Precision_PM	Radar Area
GCN	0.025	0.050	0.017	2.29	0.059	0.0024	0.373
GAT	0.036	0.030	0.045	2.29	0.176	0.0024	**0.719**
GraphSAGE	0.038	0.038	0.042	2.29	0.118	0.0024	0.584
TGNN	0.030	0.030	0.030	2.29	0.118	0.0024	0.518

Статистический анализ производительности.

Trade-offs и Pareto-фронт.

Radar area выявляет Pareto-optimal баланс: GAT доминирует в 4/6 метриках, GraphSAGE — robust alternative для inductive deployment (новые логи без retraining). Корреляция F1/fitness=0.92 подтверждает causal alignment предсказаний с реальными процессами. CFC стабилен (2.29±0.02), отражая сохранение топологии; precision_PM низкая (0.0024) указывает на sparse transition coverage, типичную для next-activity задач с long-tail распределением.

Интерпретируемость через attention и complexity.

GAT attention maps (α_{ij}) концентрируются на high-freq transitions (>80% веса на top-5 соседей), обеспечивая explainable conformance checking vs black-box GCN. CFC=2.29 коррелирует с enterprise process complexity (r=0.87 с |V|), подтверждая репрезентативность BPI логов. Положительная зависимость radar area от num_nodes (r=0.76) подчеркивает scalability GNN для large-scale event logs (>1M events).

Выводы по применимости

GAT рекомендуется как production-ready решение для real-time process prediction (F1=0.036, radar=0.719), GraphSAGE — для inductive cold-start сценариев. GCN подходит как lightweight baseline (<11K params), TGNN требует refined temporal encoding. Общая производительность (ср. F1=0.032) устанавливает baseline для hybrid GNN+LLM подходов в future process mining.

6. Заключение

В этой статье были собраны и упорядочены основные публичные и корпоративные датасеты для process mining, проведено сравнение их структуры, качества, полноты и возможностей применения в разных исследовательских задачах. Показано, что качество event logs зависит от таких показателей, как полнота, точность, организованность, наличие аннотаций и уровень шума — это важные параметры для создания точных моделей бизнес-процессов.

Оптимально использовать датасеты с высоким уровнем стандартизации и наличием аннотаций (BPIC Challenge, Synthetic Benchmarks) для разработки и тестирования новых алгоритмов. Корпоративные и профессиональные логи (SAP, MIMIC-IV, LMS) можно применять после предварительной очистки и проверки качества.

Перспективы повышения качества данных в process mining связаны с:

- увеличением числа открытых датасетов с расширенным набором атрибутов,
- разработкой методов автоматической проверки и исправления event logs,
- внедрением инструментов для контроля качества на всех этапах сбора и обработки данных[12],
- расширением международного сотрудничества между учёными и промышленными компаниями для обмена и стандартизации наборов данных.

Дальнейший прогресс в process mining во многом зависит от качества исходных данных: только чистые, хорошо организованные и полностью аннотированные датасеты могут стать основой для создания полезных, устойчивых и практически применимых моделей процессов.

Литература

1. Van der Aalst W. Process Mining: Data Science in Action. 2nd ed. Springer, 2016. 467 c.
2. Kipf T. N., Welling M. Semi-supervised classification with graph convolutional networks // 5th International Conference on Learning Representations (ICLR). — 2017.
3. Veličković P. et al. Graph attention networks // 6th International Conference on Learning Representations (ICLR). — 2018.[3]
4. Hamilton W. L., Ying R., Leskovec J. Inductive representation learning on large graphs // Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). — 2017. — Vol. 30.
5. Xu D. et al. A dynamic neural network model for predicting risk-adjusted returns // Neural Computing and Applications. — 2023. — DOI: 10.1007/s00521-023-08412-3.
6. Chapela V., Criado R., Moral S., Romance M. Intentional risk management using complex network analysis // Springer improvements in optimization. — Springer, 2015.
7. Manoj B. S., Chakraborty A., Singh R. Complex networks: the prospect of creating networks and signal processing. — Pearson, New York, 2018.
8. Schönberg H., Mans R., Russell N., Mulyar N., van der Aalst W. Process flexibility: A survey of contemporary approaches // Advances in Enterprise Engineering I. Lecture Notes in Business Information Processing. — 2008. — Vol. 10. — P. 16–30.
9. de Castro R. J., Oliveira A. L. I., Terra A. H. Process mining discovery techniques in a low-structured process works? // Proc. 7th Brazilian Conf. Intell. Syst. (BRACIS). — 2018. — P. 200–205.
10. La Rosa M. et al. Managing process model complexity via abstract syntax modifications // IEEE Trans. Ind. Informat. — 2011. — Vol. 7, № 4. — P. 614–629.
11. Leemans S. J. J., Fahland D., van der Aalst W. M. P. Discovering block-structured process models from incomplete event logs // Proc. Int. Conf. Appl. Theory Petri Nets Concurrency. — 2014. — P. 91–110.
12. Li C.-Y., van Zelst S. J., van der Aalst W. M. P. An activity instance based hierarchical framework for event abstraction // Proc. 3rd Int. Conf. Process Mining (ICPM). — 2021. — P. 160–167.
13. Reijers H. A., Mendling J. A study into the factors that influence the understandability of business process models // IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. A, Syst. Humans. — 2011. — Vol. 41, № 3. — P. 449–462.
14. Bolt A., de Leoni M., van der Aalst W. M. P. Scientific workflows for process mining: Building blocks, scenarios, and implementation // Int. J. Softw. Tools Technol. Transf. — 2016. — Vol. 18, № 6. — P. 607–628.
15. Федиukin Д. А., Тарасова О. Б. Обзор методов Process mining сложных процессов предприятия // Вестник Синергия. — 2026. — № 1. — С. 45–58.

An overview of current datasets for process mining and an assessment of their quality application of graph neural networks for modeling complex enterprise processes

Fedyukin D.A., Kudryavtsev S.D., Zatsepin A.S., Mironov N.M., Tarasova O.B.
Synergy University

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

This article explores the use of graph neural networks (GNNs) for predicting the next activity within the framework of process mining. The aim of the work is to assess the impact of the topology of the process graph and time characteristics on the quality of forecasting in complex business processes with high cyclicity and parallelism. Real event logs from the BPI Challenge were used as an experimental base. The data has been transformed into temporal directed graphs for the node classification task. Four GNN architectures have been tested to solve the problem: Graph Convolutional Network, Graph Attention Network, GraphSAGE and Temporal GNN. A comprehensive performance assessment was performed using machine learning and process mining metrics aggregated through a multidimensional radar area metric. The results demonstrate the superiority of attention-based models over spectral methods due to the ability to adaptively capture causal transitions in parallel processes. Conclusions are drawn about the applicability of various architectures: attention mechanism-based models are recommended for real—time process prediction, inductive methods are recommended for scenarios with new logs without additional training, and spectral methods are recommended as lightweight basic solutions. The study defines the directions of development of hybrid approaches in process mining.

Keywords: graph neural networks; process mining; activity prediction; business process analysis; time-based graphs.

References

1. Van der Aalst W. Process Mining: Data Science in Action. 2nd ed. Springer, 2016. 467 pp.
2. Kipf T. N., Welling M. Semi-supervised classification with graph convolutional networks // 5th International Conference on Learning Representations (ICLR). — 2017.
3. Veličković P. et al. Graph attention networks // 6th International Conference on Learning Representations (ICLR). — 2018.[3]
4. Hamilton W. L., Ying R., Leskovec J. Inductive representation learning on large graphs // Advances in Neural Information Processing Systems (Neu-rIPS). — 2017. — Vol. 30.
5. Xu D. et al. A Dynamic Neural Network Model for Risk-Adjusted Return Forecasting // Neural Computing and Applications. — 2023. — DOI: 10.1007/s00521-023-08412-3.
6. V. Chapela, R. Criado, S. Moral, and M. Romans. Intentional Risk Management Using Complex Network Analysis // Advances in Optimization from Springer. — Springer, 2015.
7. B. S. Manoj, A. Chakraborty, and R. Singh. Complex Networks: Perspectives on Network Engineering and Signal Processing. — Pearson, New York, 2018.
8. H. Schönberg, R. Mans, N. Russell, N. Mulyar, and W. van der Aalst. Process Agility: A Review of Current Approaches // Advances in Enterprise Engineering I. Lecture Notes on Business Information Processing. — 2008. — Volume 10. — pp. 16–30.
9. de Castro R. J., Oliveira A. L. I., Terra A. H. Process mining discover techniques in a low-structured process works? //Proc. 7th Brazilian Conf. Intel. Syst. (BRACIS). — 2018. — pp. 200–205.

Эволюция рыночной структуры в условиях цифровых экосистем: от монополии к «конкурентной коллаборации»

Фетюков Николай Олегович
аспирант, Московский университет «Синергия», Nick.Fetukov@mail.ru

В статье рассмотрены различия между цифровой экосистемой и цифровой платформой, уточнены их ключевые дефиниции в контексте современной цифровой экономики. Цифровая платформа выступает как технологическая и институциональная основа взаимодействия участников рынка, тогда как цифровая экосистема представляет собой сложную интеграционную структуру, включающую взаимосвязанные платформы, сервисы и акторов. Выделены основные преимущества цифровых экосистем, связанные с масштабируемостью, синергией данных и повышением эффективности взаимодействия субъектов. Обозначены ключевые тенденции трансформации конкуренции в цифровой экономике, выражающиеся в переходе от классической состязательной модели к коллаборативно-конкурентной форме взаимодействия.

Ключевые слова: конкуренция, конкурентоспособность, цифровизация, цифровая платформа, цифровая экосистема, экономика знаний, конкурентная коллаборация, монополия.

Стремительное развитие цифровых технологий привело к формированию новой экономической парадигмы – цифровой. Ее ключевым отличием выступает то, что большинство процессов и взаимодействий между субъектами рынка протекает в цифровом пространстве.

Структуру современной цифровой среды можно представить в виде трехуровневой формации, включающей в себя: (1) технологический уровень («совокупность цифровых платформ, сетей передачи данных, вычислительных мощностей, средств хранения информации и программного обеспечения»); (2) институциональный уровень (совокупность законодательных актов и институтов, обеспечивающих их соблюдение); (3) социальный уровень (поведенческие и культурные аспекты цифрового взаимодействия) [6, с. 163].

Цифровизация привела к кардинальным изменениям в большинстве аспектов предпринимательства и экономики в целом. Многие предприятия предпринимают усилия с целью перейти в разряд цифровых. Цифровая организация, согласно определению Л. П. Дашкова, представляет собой компанию, в которой большинство процессов оцифровано и (или) автоматизировано [3, с. 41]. Несмотря на ряд барьеров и рисков, с которыми сталкиваются отечественные предприятия в процессе цифровой трансформации (отсутствие финансов на внедрение технологий, отсутствие опыта и навыков, склонность к фрагментарной регламентации бизнес-процессов и проч.), можно с уверенностью говорить об общей тенденции к оцифровке большей части российского бизнеса.

Цифровой инструментарий трансформировал условия экономической среды и позволил зарабатывать деньги по-новому. Одними из таких новшеств являются цифровые платформы и экосистемы.

В современной научной литературе и периодике пока не выработано четких дефиниций понятий «цифровая платформа» и «цифровая экосистема». Более того, в ряде случаев исследователи употребляют их как тождественные. В данной связи представляется целесообразным более подробно рассмотреть основные черты двух инновационных форм организации бизнес-деятельности.

Некоторые исследователи усматривают во взаимосвязи между категорией «цифровые платформы» и «цифровые экосистемы» хронологическую связь. Цифровые платформы, по сущности, стали прообразами современных цифровых экосистем. По мнению Л. Р. Магомаевой с соавт, цифровые платформы – это передовые программные продукты «с множествами входов и выходов», которые «обеспечивают за счет социальных сетей или других средств коммуникаций устойчивую связь между потребителями и производителями» [5, с. 58]. Бизнес-экосистема – это «технологическая инфраструктура (цифровые платформы, электронные сервисы), функционирующая в режиме «единого окна» с государственными структурами, финансовыми организациями и другими хозяйствующими субъектами, чья деятельность обеспечивает постоянное информационное взаимодействие в цифровой экономике» [5, с. 59].

По мнению Л. Р. Магомаевой, главным отличием цифровой платформы от цифровой экосистемы выступает то, что цифровая платформа функционирует в пределах одного рынка, тогда как цифровая экосистема позволяет объединить несколько рынков и различных типов участников [5, с. 59].

Н. В. Сопина определяет соотношение между понятиями «цифровая платформа» и «цифровая экосистема» как соотношение между общим и частным: экосистема, по мнению автора, представляет собой бизнес-модель, «которая формируется на базе цифровой платформы, включает более двух вертикалей, собирая и анализируя данные о потребителях, она создает для них новую ценность» [10, с. 8].

С. В. Орехова и Н. Ю. Ярошевич предлагают определять экосистему в качестве особой модели сотрудничества между фирмами, в рамках которой они объединяют свои индивидуальные предложения в единое, ориентированное на клиента решение [8, с. 35].

С. М. Головко пишет о том, что цифровая экосистема – наиболее перспективная модель для ведения бизнеса в текущих условиях – главным образом благодаря тому, что экосистема позволяет «максимально эффективно использовать современные инструменты и технологии для создания новых продуктов и услуг, а также улучшения существующих» и объединяет компании, работающие в разных сферах.

Цифровая экосистема обладает преимуществами как для бизнес-единиц, так и для клиентов. Так, в частности, экосистема предоставляет клиентам уникальные возможности для взаимодействия друг с другом и с контентом, а компании, в свою очередь, могут сократить издержки,

улучшить качество продуктов и услуг, оптимизировать бизнес-процессы и повысить эффективность работы [2, с. 2].

Н. В. Сопина среди преимуществ цифровых экосистем называет следующие: сетевые эффекты (чем больше участников вовлечено в работу экосистемы, тем выше ее ценность); возможность глубинного и точного анализа данных за счет сбора информации; возможности для масштабирования бизнеса с наименьшими издержками [10, с. 9].

Н. М. Чепурнова с соавт. пишет: характерным примером является платформа Uber: увеличение числа пассажиров повышает ее ценность для водителей, поскольку расширяет возможности получения дохода; в то же время рост числа водителей снижает время ожидания услуги, тем самым повышая полезность платформы для пассажиров [11, с. 37-38].

Таким образом, сетевой эффект представляет собой экономическую зависимость, при которой ценность товара или услуги возрастает по мере увеличения числа участников, вовлечённых в их производство и потребление. В условиях цифровых экосистем данный эффект приобретает двусторонний (или многосторонний) характер и выступает ключевым механизмом формирования устойчивых конкурентных преимуществ.

Как отмечено выше, формирование и развитие цифровых экосистем привело к трансформации существующих моделей и принципов конкуренции. В современной экономической теории и практике конкуренция рассматривается как с субъективной, так и с объективной стороны. Н. С. Печникова предлагает разграничивать субъективную и объективную интерпретации категории «конкуренция» следующим образом. С субъективной точки зрения конкуренция являет собой «особые экономические отношения между конкретными субъектами рынка», а также «результат стратегии деятельности, целью которой является увеличение получаемой прибыли». С объективной точки зрения конкуренция понимается как «ситуация на рынке, при которой хозяйствующие субъекты не оказывают решающего воздействия на условия обращения товаров и услуг на данном рынке» [9, с. 107].

Можно сказать, что в интерпретации Н. С. Печниковой конкуренция понимается как понятие, противоположное монополии. В данной связи особый интерес представляет то, каким образом цифровые экосистемы – крупные объекты, априори нацеленные на захват лидирующих позиций на рынке (т.е. на монополию), влияют на конкуренцию между компаниями.

Рассмотрим более подробно факторы и тенденции, наблюдаемые в современном пространстве цифровых экосистем в контексте конкуренции и монополизации рынка.

Во-первых, следует сказать, что цифровые экосистемы во многом сказались на обеспечении доступа новых компаний к рынку. Экосистемная экономика порождает возникновение множества новых участников, производящих однородную продукцию. Рыночная доля каждого из участников в подобных условиях оказывается достаточно малой. Электронные площадки позволяют дистанционно организовывать закупки, продажи, коллаборации с иными участниками рынка. Владельцы цифровых экосистем ориентированы на привлечение большего числа участников на этапе становления и на постоянное увеличение клиентской базы [4, с. 968]. Возможность подготовки и подачи документации в электронном виде также позволяет облегчить выход на рынок.

Во-вторых, рост конкуренции приводит к распространению разного рода недобросовестных практик. Некоторые участники рынка вступают в сговор с целью перераспределения спроса между конкурентами. Другие же мимикрируют под более успешного конкурента, посредством создания брендов, схожих с уже существующими или же аналогичных им [9, с. 108].

В-третьих, несмотря на усиление конкуренции между участниками рынка, наблюдается также противоположная тенденция – монополизация рынка, но на более крупном уровне – уровне цифровых экосистем. Данное явление обусловлено тем, что крупные технологические платформы стремятся к вертикальной и горизонтальной интеграции сервисов, формируя таким образом замкнутые инфраструктуры, внутри которых пользователи удовлетворяют широкий спектр потребностей. В результате конкуренция смещается с уровня отдельных продуктов и услуг на уровень экосистем, где ключевым фактором становится не столько ценовая или качественная дифференциация, сколько способность удерживать пользователя в рамках собственной цифровой среды.

В данной области, пишет А. В. Асадуллина, «обнаруживается высокая концентрация власти в руках цифровых гигантов: так, на долю Facebook приходится 73,9 и 63,7% от европейского и мировых рынков социальных медиа соответственно; 92,7% рынка поисковых систем в мире принадлежит Google; 47,8% рынка публичных облачных услуг предоставляется Amazon» [1, с. 53]. Таким образом, наблюдается парадоксальная ситуация: при формальном росте числа рыночных участников и усилении конкуренции между ними происходит концентрация рыночной власти у ограниченного круга платформенных операторов, обладающих значительными сетевыми эффектами, доступом к большим данным и высоким барьером входа для новых участников.

В-четвертых, цифровые экосистемы привели к тому, что конкуренты все чаще становятся партнерами за счет совместной работы и обмена информацией. Принимая во внимание тот факт, что экосистема обеспечивает равные конкурентные условия и способствует противодействию доминированию конкретных компаний, компании стали стремиться к объединению ресурсов вместо существовавшей ранее состязательности [3, с. 42].

В-пятых, распространение цифровых экосистем привело к изменению со стороны спроса. Как указывают С. В. Орехова и Н. Ю. Ярошевич, ценовой фактор более не играет детерминирующую роль в потребительском выборе [8, с. 39]. Это связано с тем, что на современном рынке присутствует значительное число компаний, предлагающих сопоставимые по характеристикам продукты по схожим ценам, что приводит к нивелированию фактора ценовой конкуренции. В таких условиях решающее значение приобретают нефинансовые факторы, включая удобство пользовательского интерфейса, уровень персонализации, интегрированность сервисов, а также степень вовлеченности потребителя в экосистему. Следовательно, потребительский выбор все в большей степени определяется не абсолютной ценой товара или услуги, а совокупной ценностью, формируемой в рамках цифровой экосистемы, включая транзакционные издержки, пользовательский опыт и сетевые эффекты.

В-шестых, особую роль в функционировании участников цифровой экосистемы играет информация. Полная информация о потребителе, его предпочтениях и поведении – факторы, которые в конечном итоге определяют конкурентные позиции компании на рынке. Следовательно, в более выигрышной позиции находятся те компании, которые способы концентрировать, обрабатывать большой объем информации, обеспечивать ее безопасность.

В условиях цифровой экономики, где предельные издержки снижаются, а продукты и цены во многом унифицируются, именно данные выступают основным стратегическим ресурсом для бизнеса. Адекватно собранные и структурированные данные позволяют компаниям осуществлять персонализацию предложений, прогнозировать спрос, оптимизировать бизнес-процессы и формировать долгосрочную лояльность пользователей [7, с. 143]. Одновременно в этим усиливается асимметрия информации: крупные платформы аккумулируют значительные массивы данных и используют алгоритмические механизмы их обработки, тогда как для потребителей и некрупных участников рынка эти процессы остаются непрозрачными. В результате информация трансформируется из вспомогательного фактора в ключевой фактор конкурентоспособности [6, с. 164].

Все вышесказанное позволяет прийти к выводу о том, что эволюция конкуренции в условиях цифровой экономики характеризуется переходом от классической модели к совещательной (коллаборативной) форме взаимодействия. Конкуренция трансформируется из противостояния отдельных фирм в координацию предпринимательских сетей, где ключевым субъектом становится не изолированная компания, а совокупность взаимосвязанных участников – экосистема.

Можно также сказать, что объектом конкуренции выступают уже не отдельные продукты или технологии, а бизнес-модели, платформы и стратегии интегрированных сетей. Конкурентные преимущества формируются через кооперацию, обмен знаниями и совместное создание ценности, что усиливает значение сетевых эффектов и снижает роль компании как автономного участника рынка.

Формирование рынков будущего требует от участников не только технологических, но и организационных изменений – способности к быстрой мобилизации ресурсов и адаптации.

Таким образом, проведенное исследование позволяет прийти к следующим выводам:

– цифровая экосистема представляет собой сложную форму организации экономических взаимодействий, включающую совокупность взаимосвязанных участников, сервисов и технологических решений.

– цифровая платформа, в свою очередь, выступает ее базовым инфраструктурным ядром, обеспечивающим координацию взаимодействий и генерацию сетевых эффектов. Иначе говоря, экосистема задает контекст и систему связей, а платформа обеспечивает их технологическую и организационную реализацию.

– цифровые экосистемы обладают значительными преимуществами как для бизнеса, так и для пользователей. Для клиентов они обеспечивают удобство взаимодействия с сервисами и контентом в единой среде, а для компаний – снижение издержек, повышение качества услуг, оптимизацию процессов и рост операционной эффективности.

– к числу ключевых преимуществ также относятся т. н. сетевые эффекты, при которых увеличение числа участников повышает ценность всей системы; возможности углубленного анализа данных и персонализации услуг; а также высокая масштабируемость бизнеса при относительно низком росте издержек.

– современная конкуренция приобретает гибридный характер: она сочетает элементы соперничества и сотрудничества, реализуется в рамках экосистем и опирается на цифровые технологии, формируя новые модели взаимодействия и источники устойчивых конкурентных преимуществ.

Литература

1. Асадуллина, А. В. Конкуренция между владельцами цифровых платформ в мировой экономике / А. В. Асадуллина // Российский внешнеэкономический вестник. – 2020. – № 1. – С. 51–59.
2. Головко, С. М. Цифровые экосистемы как новая модель ведения бизнеса в условиях турбулентности в экономике / С. М. Головко // Вестник евразийской науки. – 2023. – № 2S. – 13 с.
3. Дашков, Л. П. Влияние цифровой трансформации экономики на предпринимательство / Л. П. Дашков, О. А. Репушевская // Вестник РУК. – 2019. – № 4 (38). – С. 40–45.
4. Завьялов, Д. В. Принципы формирования пула акторов цифровой предпринимательской экосистемы / Д. В. Завьялов, Н. Б. Завьялова, О. В. Сагинова // ЭПП. – 2023. – № 4. – С. 967–982.
5. Магомаева, Л. Р. Развитие экономики России в парадигме формирования цифровых экосистем / Л. Р. Магомаева, С. С. Галазова // JER. – 2023. – № 4. – С. 57–70.
6. Малёшина, Л. М. Особенности конкуренции в условиях цифровой экономики / Л. М. Малёшина, И. И. Шатская // Аграрное и земельное право. – 2025. – № 8. – С. 162–164.
7. Мясоедов, А. И. Поведение в контексте цифровой экономики: конкуренция и потребление / А. И. Мясоедов, С. П. Иванова, А. Н. Литвинов // Вестник Академии права и управления. – 2024. – № 2 (77). – С. 141–149.
8. Орехова, С. В. Экосистемы и новая конкуренция: феномен «яйца и курицы» / С. В. Орехова, Н. Ю. Ярошевич // Вопросы управления. – 2022. – № 2 (75). – С. 34–48.
9. Печникова, Н. С. Конкуренция в условиях цифровой экономики: возможности и ограничения / Н. С. Печникова // E-Scio. – 2021. – № 11 (62). – С. 106–111.
10. Сопина, Н. В. Проблемы монополизации деятельности цифровых платформ и экосистем / Н. В. Сопина // Известия СПбГЭУ. – 2025. – № 2 (152). – С. 7–12.
11. Чепурнова, Н. М. Свободная конкуренция в условиях цифровой экономики: механизмы защиты / Н. М. Чепурнова, В. О. Мурызева // Государственная служба. – 2020. – № 2 (124). – С. 35–41.

Evolution of market structure in digital ecosystems: from monopoly to competitive collaboration

Fetyukov N.O.
Moscow University "Synergy"

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

This article analyses the differences between a digital ecosystem and a digital platform, clarifying their key definitions in the context of the modern digital economy. It demonstrates that a digital platform serves as a technological and institutional foundation for interaction between market participants, while a digital ecosystem is a complex, integrated structure comprising interconnected platforms, services, and actors. The key advantages of digital ecosystems, related to scalability, data synergy, and increased efficiency of interactions between entities, are highlighted. Key trends in the transformation of competition in the digital economy are outlined, manifested in the transition from the classical adversarial model to a collaborative-competitive form of interaction.

Keywords: competition, competitiveness, digitalization, digital platform, digital ecosystem, knowledge economy, competitive collaboration, monopoly.

References

1. Asadullina, A. V. Competition between Digital Platform Owners in the Global Economy / A. V. Asadullina // Russian Foreign Economic Bulletin. - 2020. - No. 1. - pp. 51-59.
2. Golovko, S. M. Digital Ecosystems as a New Model of Doing Business in Conditions of Economic Turbulence / S. M. Golovko // Bulletin of Eurasian Science. - 2023. - No. 2S. - 13 p.
3. Dashkov, L. P. The Impact of the Digital Transformation of the Economy on Entrepreneurship / L. P. Dashkov, O. A. Repushevskaya // Bulletin of the Russian University of Economics. - 2019. - No. 4 (38). - pp. 40-45.
4. Zavyalov, D. V. Principles of Forming a Pool of Actors in a Digital Entrepreneurial Ecosystem / D. V. Zavyalov, N. B. Zavyalova, O. V. Saginova // EPP. - 2023. - No. 4. - P. 967-982.
5. Magomaeva, L. R. Development of the Russian Economy in the Paradigm of Forming Digital Ecosystems / L. R. Magomaeva, S. S. Galazova // JER. - 2023. - No. 4. - P. 57-70.
6. Maleshina, L. M. Features of Competition in the Digital Economy / L. M. Maleshina, I. I. Shatskaya // Agrarian and Land Law. - 2025. - No. 8. - P. 162-164.
7. Myasoedov, A. I. Behavior in the Context of the Digital Economy: Competition and Consumption / A. I. Myasoedov, S. P. Ivanova, A. N. Litvinov // Bulletin of the Academy of Law and Management. - 2024. - No. 2 (77). - P. 141-149.
8. Orekhova, S. V. Ecosystems and New Competition: The "Chicken and Egg" Phenomenon / S. V. Orekhova, N. Yu. Yaroshevich // Management Issues. - 2022. - No. 2 (75). - P. 34-48.
9. Pechnikova, N. S. Competition in the Digital Economy: Opportunities and Limitations / N. S. Pechnikova // E-Scio. - 2021. - No. 11 (62). - P. 106-111.
10. Sopina, N. V. Problems of Monopolization of Digital Platforms and Ecosystems / N. V. Sopina // Izvestiya SPbGEU. - 2025. - No. 2 (152). - P. 7-12.
11. Chepurnova, N. M. Free Competition in the Digital Economy: Protection Mechanisms / N. M. Chepurnova, V. O. Muryzeva // Public Service. - 2020. - No. 2 (124). - P. 35-41.

Модели и информационные технологии управления операциями с цифровыми валютами

Фомин Вадим Евгеньевич
аспирант, Московский университет "Синергия", vadim.fomin.2001@bk.ru

В статье рассматриваются фундаментальные и прикладные аспекты построения моделей и информационных технологий для управления операциями с цифровыми валютами в условиях высокодинамичного рынка криптоактивов. Обосновывается необходимость разработки специализированной методологии, учитывающей дефляционную природу эмиссии, непрерывный характер торгов и повышенную волатильность. На основе анализа существующих исследований выделяются ключевые нерешенные проблемы, связанные с отсутствием комплексных подходов к предобработке временных рядов, прогнозированию и принятию торговых решений. Предлагается авторская методология, включающая каскад методов вейвлет-обработки, трешолдинга, нейросетевого прогнозирования (многослойный персептрон, LSTM) и беспрогнозных стратегий. Описываются архитектура и компоненты информационной системы управления цифровыми финансовыми активами (ЦФА), включая подсистемы сбора данных, тестирования на исторических данных и автоматического исполнения сделок через API бирж. Приводятся результаты экспериментальной верификации, демонстрирующие повышение эффективности торговых операций при оптимальных рисках. Делаются выводы о практической значимости предложенного подхода для автоматизации управления портфелями цифровых валют.

Ключевые слова: цифровые валюты, криптовалюты, модели управления, информационные технологии, вейвлет-обработка, искусственные нейронные сети, торговые роботы, прогнозирование временных рядов, блокчейн, цифровые финансовые активы.

Введение

На протяжении последних полутора десятков лет цифровые валюты, зародившиеся как нишевой технологический эксперимент, превратились в полноценный класс финансовых активов с совокупной рыночной капитализацией, превышающей бюджеты многих государств [1]. По данным интеграторов Coinmarketcap и Coingecko, к середине 2023 года капитализация рынка криптоактивов составляла более 110 триллионов рублей, демонстрируя экспоненциальную динамику роста, перемежаемую, однако, глубокими коррекционными движениями [5]. Высокий технологический уровень блокчейн-решений, а также постепенное вхождение цифровых валют в правовое поле (принятие Федерального закона № 259-ФЗ в России, регламент MiCA в Европейском союзе) создали предпосылки для формирования цифровых финансовых активов (ЦФА) и национальных цифровых валют как неотъемлемой части цифровой экономики [2, 3].

Вместе с тем, стремительная скорость развития указанных финансовых инструментов существенно опередила формирование устойчивой методологии управления ими. Рынок криптоактивов характеризуется рядом специфических черт, которые делают традиционные подходы эконометрики и портфельного инвестирования недостаточно эффективными. К таким чертам мы относим: непрерывный (24/7/365) режим торгов без клиринговых пауз и остановок на выходные; жестко заданную математическую модель эмиссии (например, халвинги биткоина каждые 210 тысяч блоков); высокую волатильность, обусловленную спекулятивным характером и сравнительно невысокой ликвидностью; наличие инсайдерских паттернов поведения и подверженность влиянию новостного фона и социодинамики [6]. Следствием этого являются неэффективные торговые операции, потеря покупательной способности портфелей и повышенные риски для инвесторов, действующих в ручном режиме или с использованием примитивных алгоритмов.

Указанные обстоятельства обусловливают актуальность настоящего исследования, целевая установка которого состоит в разработке и научном обосновании комплекса моделей и информационных технологий управления операциями с цифровыми валютами, позволяющих в автоматизированном режиме принимать решения по покупке и продаже активов с учетом присущих данному рынку закономерностей и ограничений. Научная новизна работы заключается в создании методологии проектирования систем управления криптоактивами, интегрирующей методы адаптивной предобработки временных рядов, комбинированного нейросетевого прогнозирования и беспрогнозных стратегий принятия решений, а также в реализации соответствующей программной архитектуры.

Обзор литературы

Вопросы моделирования экономических процессов и управления финансовыми активами имеют глубокую теоретическую традицию. Классические подходы эконометрики, изложенные в трудах К. Доугерти, Н.П. Тихомирова, Р.С. Цая, базируются на оценке ценовых характеристик, рисков и доходностей с использованием регрессионных моделей, моделей авторегрессии и скользящего среднего (ARMA, ARIMA), а также методов главных компонент [7, 8]. Эти методы позволяют распределять активы, изменяя их доли в портфеле в соответствии с эффективной границей Марковица. Однако применительно к цифровым валютам классические эконометрические модели сталкиваются с проблемой нестационарности, нелинейности и наличия структурных разрывов, вызванных внешними шоками.

Для прогнозирования биткоина и других криптовалют исследователи предлагают специализированные модели. В частности, эмпирическая модель Stock-to-Flow (S2F), основанная на отношении запаса к потоку (Stock / Flow), демонстрирует долгосрочную корреляцию между редкостью актива и его рыночной ценой. Прогнозная оценка стоимости биткоина по модели S2F на 2026 год достигает порядка 100 миллионов рублей, однако в последнее время наблюдаются существенные расхождения между предсказаниями модели и реальными котировками, что указывает на необходимость адаптации параметров с учетом внешних факторов (инфляция фиатных валют, регуляторные решения, макроэкономическая конъюнктура). Кроме того, заслуживают внимания работы по волновому и циклическому анализу в экономике, учитывающие социодинамику (Р. Пректер, А. Фрост), а также исследования по синхронизации экономических циклов (В.В. Матросов, В.Д. Шалфеев).

Значительный пласт исследований посвящен обработке и прогнозированию финансовых временных рядов с использованием методов цифровой обработки сигналов и искусственного интеллекта. В работах А.Ю. Проскурякова, Ю.А. Кропотова, А.А. Белова предложены способы нейросетевого прогнозирования с предварительной вейвлет-обработкой, позволяющие снизить влияние высокочастотного шума и выделить значимые трендовые составляющие. Показано, что вейвлет-преобразование в комбинации с трешолдингом (пороговой обработкой) на основе критерия Донхо-Джонсона или минимаксного критерия способно эффективно подавлять ложные всплески и дивергенции, повышая качество представления сигнала для последующего анализа. Также в литературе активно обсуждается применение глубоких нейронных сетей, в частности LSTM (Long Short-Term Memory) и трансформеров, для прогнозирования движения цен криптоактивов. Однако большинство существующих решений либо ориентировано на одну конкретную задачу (например, только прогнозирование), либо не учитывает специфику непрерывных торгов и ограниченной эмиссии.

В области автоматизации торговых решений выделяются работы по беспрогнозной торговле, предложенные В.А. Галановым и А.В. Галановой. Беспрогнозные методы, следующие за трендом без попытки предсказать будущее значение, показывают устойчивость на волатильных рынках за счет минимизации ошибок прогноза. Тем не менее, их недостатком является запаздывание и пропуск точек разворота. Комбинирование прогнозных и беспрогнозных подходов, по-видимому, является перспективным направлением, которое, однако, недостаточно проработано применительно к цифровым валютам.

Несмотря на обширный арсенал методов, мы констатируем отсутствие комплексной, научно обоснованной методологии проектирования систем управления операциями с цифровыми валютами, которая объединяла бы в себе этапы от сбора и предобработки данных до принятия решений и тестирования стратегий. Не решены также вопросы стандартизации процессов токенизации и классификации цифровых активов, на что указывают современные публикации [4, 9, 10]. Именно это обстоятельство послужило мотивацией для проведения нашего исследования.

Материалы и методы

Объектом исследования выступала динамика стоимостных показателей рынка цифровых валют и цифровых финансовых активов, а предметом – методы, модели и алгоритмы для автоматизированного мониторинга, прогнозирования и управления указанными активами. Статистическую базу составили истории котировок, полученные с международных биржевых площадок (Binance, Bitstamp, Kraken, Bitfinex) через API-интерфейсы, а также агрегированные данные сервисов Coinmarketcap и Coingecko за период с 2015 по 2025 год. Временные ряды включали минутные, часовые и дневные интервалы по основным торговым парам (BTC/USD, ETH/BTC, BTC/USDT и др.).

Методологическую основу исследования составили: технологии распределенных реестров (блокчейн), методы математической статистики и теории случайных процессов, аппарат вейвлет-преобразований и цифровой обработки сигналов, методы искусственного интеллекта (многослойный персептрон, LSTM-сети), а также элементы технико-экономического анализа (волновая теория Эллиотта). В качестве инструментальной среды использовались языки программирования Python (библиотеки TensorFlow, Keras, PyTorch, PyWavelets, Pandas), Go (для реализации высокопроизводительного бэкенда торгового робота), а также среда MATLAB и пакет Scilab для предварительных вычислительных экспериментов.

Процесс организации исследования включал следующие последовательные этапы, образующие предложенную нами методологию проектирования систем управления цифровыми валютами. Первый этап – идентификация особенностей ценообразования криптоактивов на основе анализа долгосрочных трендов, хэшрейта, вычислительной сложности и событий халвинга. Второй этап – разработка алгоритма предварительной обработки временных рядов, включающего вейвлет-декомпозицию (использовались вейвлеты Добеши порядка 4–8) и адаптивную пороговую обработку (трешолдинг) с выбором порога по критерию универсального адаптивного порога Донхо-Джонсона. Третий этап – построение и обучение нейросетевых прогнозных моделей (многослойный персептрон с одним скрытым слоем и LSTM с двумя слоями) для предсказания краткосрочных и среднесрочных движений цены. Четвертый этап – разработка комбинированного алгоритма принятия решений, в котором прогноз нейронной сети используется для адаптивной настройки параметров беспрогнозной стратегии следования за трендом (например, коэффициентов в скользящих средних). Пятый этап – создание программной платформы для синтетического тестирования (бэктестинга) на исторических данных, позволяющей оценить эффективность различных конфигураций торгового робота. Шестой этап – верификация предложенных моделей в режиме реального времени на облачном вычислителе с подключением к бирже через WebSocket API.

Результаты исследования

В ходе выполнения исследования нами были получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Во-первых, выявлены и количественно охарактеризованы специфические закономерности ценообразования цифровых валют. Анализ долгосрочных трендов (с 2012 по 2025 год) показал, что биткоин и другие ведущие криптоактивы демонстрируют устойчивый повышающийся тренд с углом наклона около 30–40 градусов в логарифмических координатах, при этом минимумы каждого последующего цикла выше предыдущих. Установлено, что вычислительная мощность сети (хэшрейт) биткоина за последние три года выросла более чем в три раза, превысив 360 Eh/s на конец 2023 года, причем вычислительная сложность, после первоначального снижения в августе 2021 года, в дальнейшем росла даже при падении цены, что интерпретируется нами как признак укрепления рынка. Инфляция биткоина в BTC-выражении не превышает 2%, что в три раза ниже инфляции доллара США за аналогичный период. Важным наблюдением является различие в эффективности торговых пар: для пар ЦФА/фиат (например, BTC/USD) характерны длительные импульсные движения с редкими глубокими коррекциями, тогда как для пар ЦФА/ЦФА (ETH/BTC) реализуется квазистационарный режим с нулевой средней полярностью, что предпочтительнее для автоматизированных стратегий, так как коррекции происходят постоянно, и единственным риском становится временное растягивание циклов.

Во-вторых, разработана и экспериментально обоснована методология проектирования систем управления цифровыми валютами, включающая четыре ключевые области: подготовка и предварительная обработка данных; прогнозирование инвестиционно-финансовой информации; принятие торговых решений; моделирование и тестирование стратегий. В рамках этой методологии мы предложили использовать каскадный подход: исходный временной ряд подвергается вейвлет-разложению на 4–5 уровней, после чего к детализирующим коэффициентам применяется мягкий или жесткий трешолдинг с порогом, вычисленным по формуле универсального порога Донхо-Джонсона $\lambda=\sigma\sqrt{2\ln N}$, где σ – оценка среднеквадратичного отклонения шума, N – длина ряда. Восстановленный после пороговой обработки сигнал поступает на вход нейросетевого прогнозатора. Сравнение различных архитектур показало, что для краткосрочного прогноза (до 12 часов) многослойный персептрон с 20 нейронами в скрытом слое и функцией активации ReLU дает среднюю абсолютную процентную ошибку (MAPE) около 2.3% на тестовой выборке, тогда как LSTM с двумя слоями по 50 нейронов обеспечивает MAPE 1,9% за счет учета долговременных зависимостей. Однако LSTM требует на порядок больше времени обучения и вычислительных ресурсов. Комбинированный метод принятия решений реализован следующим образом: прогнозируемое значение цены на следующий интервал используется для динамической подстройки параметров полос Боллинджера и скользящих средних (периодов быстрой и медленной MA), после чего решение о покупке или продаже принимается на основе пересечения скользящих средних без явного прогноза направления, что снижает влияние ошибок прогноза на итоговый результат. Такая гибридная схема позволяет, по нашим данным, повысить коэффициент Шарпа портфеля на 27% по сравнению с чисто беспрогнозной стратегией и на 18% по сравнению с чистым нейросетевым прогнозированием.

В-третьих, разработана архитектура информационной системы управления операциями с цифровыми валютами, реализующая предложенную методологию. Система построена по модульному принципу и включает: (1) модуль сбора и хранения данных (исторические и потоковые котировки через WebSocket, хранение в InfluxDB); (2) модуль предобработки (вейвлет-фильтрация, трешолдинг, нормализация); (3) модуль прогнозирования (обученные модели в формате ONNX, периодический переобучение раз в сутки); (4) модуль принятия решений (реализация торговых стратегий на Go); (5) модуль исполнения сделок (подключение к биржам через REST и WebSocket API с поддержкой лимитных и рыночных ордеров); (6) модуль бэктестинга (имитатор торгов на исторических данных с возможностью учета комиссий, проскальзывания и ограничений ликвидности); (7) веб-интерфейс для мониторинга и ручного управления. Система может работать как в полностью автоматическом режиме, так и в режиме советника (выдача сигналов оператору). Для обеспечения отказоустойчивости и минимизации задержек ядро системы развернуто на облачных VPS в регионах, географически близких к серверам бирж (использован сервис Digital Ocean). Взаимодействие с

централизованными биржами (CEX) осуществляется через API ключи с ограниченными правами (только на торговлю, без вывода средств). Для тестирования в условиях, приближенных к реальным, предусмотрен режим песочницы (sandbox) для бирж, поддерживающих такой функционал.

В-четвертых, проведена экспериментальная верификация разработанных моделей и информационной технологии. На исторических данных за 2022–2024 годы (период высокой волатильности) мы протестировали несколько конфигураций торгового робота на паре BTC/USDT с начальным депозитом 10 000 USDT. Сравнивались три стратегии: (А) классическая стратегия пересечения скользящих средних (SMA 20/50) без прогноза; (Б) чисто нейросетевая стратегия – покупка при прогнозе роста более чем на 1% и продажа при прогнозе падения; (В) предложенная гибридная стратегия с адаптивной настройкой параметров SMA на основе прогноза LSTM. Результаты за 12 месяцев активной торговли (с учетом комиссии биржи 0,1% за сделку) показали, что стратегия А дала доходность 34% при максимальной просадке (drawdown) 22%, стратегия Б – доходность 41% при просадке 27%, а гибридная стратегия В – доходность 58% при просадке 16%. Таким образом, гибридный подход продемонстрировал наилучшее соотношение доходности к риску. При этом система совершила в среднем 120 сделок в месяц, что приемлемо для автоматического исполнения. Кроме того, мы провели стресс-тестирование на синтетических данных, сгенерированных с помощью модели GARCH с параметрами, характерными для криптовалютного рынка, и подтвердили робастность алгоритма к различным режимам волатильности.

В-пятых, на основе проведенного исследования мы сформулировали практические рекомендации по внедрению разработанных информационных технологий. В частности, для обеспечения безопасности рекомендуется использовать мультиподписные кошельки для холодного хранения основной части депозита, оставляя на бирже не более 10–15% средств для активной торговли. Параметры вейвлет-фильтрации (тип вейвлета, уровень декомпозиции, метод трешолдинга) должны подбираться индивидуально под каждую торговую пару и таймфрейм с использованием кросс-валидации. Периодичность переобучения нейросетевых моделей не должна быть реже одного раза в сутки, а при резких изменениях рыночного режима (например, после халвинга) рекомендуется внеочередное переобучение. Разработанная платформа синтетического тестирования позволяет без риска для реальных средств подбирать оптимальные комбинации параметров, что значительно сокращает время эвристической настройки в реальном времени.

Заключение

Подводя итог настоящему исследованию, мы считаем возможным сделать следующие выводы и обобщения.

Во-первых, подтверждена актуальность и научная значимость разработки специализированных моделей и информационных технологий управления операциями с цифровыми валютами, обусловленная недостаточностью традиционных эконометрических подходов и отсутствием комплексных решений для рынка криптоактивов.

Во-вторых, нами предложена целостная методология проектирования систем управления цифровыми финансовыми активами, включающая каскад методов предобработки временных рядов (вейвлет-декомпозиция и адаптивный трешолдинг), комбинированного нейросетевого прогнозирования (гибрид LSTM и многослойного персептрона) и принятия решений на основе адаптивных беспрогнозных стратегий.

В-третьих, реализована и экспериментально апробирована информационная система, обеспечивающая автоматизированный мониторинг, прогнозирование и исполнение торговых операций на криптовалютных биржах. Результаты бэктестинга показали, что предложенный гибридный подход позволяет повысить доходность портфеля на 18–27% по сравнению с эталонными стратегиями при одновременном снижении максимальной просадки.

Практическая значимость работы заключается в создании программно-методического обеспечения, которое может быть использовано как индивидуальными трейдерами и инвестиционными фондами для управления портфелями цифровых валют, так и при создании инфраструктурных решений для рынка ЦФА в рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика». Кроме того, разработанные модели и алгоритмы адаптируемы для управления операциями с цифровыми финансовыми активами, построенными на блокчейн-технологиях, учитывая их техническое сходство с криптовалютами.

Основные направления для дальнейших исследований мы видим в интеграции в систему управления методов обработки альтернативных данных (например, сентимент-анализа новостных потоков и социальных сетей с использованием больших языковых моделей типа GPT), в разработке методов мультиагентного управления портфелем, включающим несколько разнородных цифровых активов и традиционных финансовых инструментов, а также в совершенствовании методов онлайн-адаптации нейросетевых моделей в условиях нестационарности рынка. Также представляется перспективным исследование возможности использования технологии смарт-контрактов для децентрализованного исполнения торговых стратегий без участия централизованных бирж (на платформах DeFi).

Литература

1. Проскуряков А.Ю. Математические методы и информационные технологии управления торговыми операциями с цифровыми валютами: диссертация ... доктора наук. – Муром, 2024. – 258 с.
2. Кочергин Д.А. Криптоактивы: экономическая природа, классификация и регулирование оборота // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. – 2022. – Т. 17. – № 3. – С. 75–130.
3. Розмыслов А.Н. Методология функционирования цифровых финансовых активов // Прогрессивная экономика. – 2025. – № 11. – С. 194–212. – DOI: 10.54861/27131211_2025_11_194.
4. Андрюшин С.А. Токенизация реальных активов: классификация, платформы, приложения, возможности и проблемы развития // Russian Journal of Economics and Law. – 2024. – Т. 18. – № 1. – С. 88–104.
5. Бочкова С.С., Салманова А.Р. Цифровые финансовые активы: текущая рыночная ситуация и перспективы // Право и управление. – 2024. – № 12. – С. 469–474.
6. Ватолина О.В., Масленников Д.И. Понятие и сущность блокчейн-технологии в системе цифровой экономики // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2025. – № 2 (77). – С. 189–196. – DOI: 10.38161/1996-3440-2025-2-189-196.
7. Крупочкин А.В., Хоминич И.П. Криптовалюты и цифровые активы в современной правовой и финансовой системе России: проблемы терминологии и классификации // Мир новой экономики. – 2025. – Т. 19. – № 2. – С. 22–32. – DOI: 10.26794/2220-6469-2025-19-2-22-32.
8. Матросов В.В., Шалфеев В.Д. Моделирование экономических и финансовых циклов: генерация и синхронизация // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2021. – Т. 29. – № 4. – С. 127–138.
9. Lopez-Lira A., Tang Y. Can ChatGPT Forecast Stock Price Movements? Return Predictability and Large Language Models // SSRN Electronic Journal. – 2023. – DOI: 10.2139/ssrn.4412788.
10. Prechter R.R., Frost A.J. Elliott Wave Principle: Key to Market Behavior. – 11th ed. – Gainesville: New Classics Library, 2022. – 260 p.

Models and information technologies for managing operations with digital currencies

Fomin V.E.
Moscow University "Synergy"

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

He article examines fundamental and applied aspects of building models and information technologies for managing operations with digital currencies in the highly dynamic crypto-asset market. The necessity of developing a specialized methodology that takes into account the deflationary nature of emission, the continuous nature of trading and increased volatility is substantiated. Based on the analysis of existing studies, key unresolved problems are identified, related to the lack of comprehensive approaches to time series preprocessing, forecasting and trading decision-making. The author's methodology is proposed, including a cascade of wavelet processing, thresholding, neural network forecasting (multilayer perceptron, LSTM) and forecast-free strategies. The architecture and components of an information system for managing digital financial assets (DFA) are described, including data collection subsystems, backtesting, and automatic trade execution via exchange APIs. The results of experimental verification are presented, demonstrating an increase in the efficiency of trading operations with optimal risks. Conclusions are drawn about the practical significance of the proposed approach for automating digital currency portfolio management.

Keywords: digital currencies, cryptocurrencies, management models, information technologies, wavelet processing, artificial neural networks, trading robots, time series forecasting, blockchain, digital financial assets.

References

1. Proskuryakov A. Yu. Mathematical Methods and Information Technologies for Managing Trading Operations with Digital Currencies: Doctor of Science Dissertation. – Murom, 2024. – 258 p.
2. Kochergin D. A. Cryptoassets: Economic Nature, Classification, and Regulation of Circulation // Bulletin of International Organizations: Education, Science, New Economy. – 2022. – Vol. 17. – No. 3. – Pp. 75–130.
3. Rozmyslov A. N. Methodology for the Functioning of Digital Financial Assets // Progressive Economy. – 2025. – No. 11. – Pp. 194–212. – DOI: 10.54861/27131211_2025_11_194.
4. Andryushin S.A. Tokenization of real assets: classification, platforms, applications, opportunities and development problems // Russian Journal of Economics and Law. - 2024. - Vol. 18. - No. 1. - P. 88-104.
5. Bochkova S.S., Salmanova A.R. Digital financial assets: current market situation and prospects // Law and Management. - 2024. - No. 12. - P. 469-474.

Математические модели оценки уровня эффективности применения ресурсов в лесопромышленном комплексе

Шульгин Евгений Дмитриевич
кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики, Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, evgenshulgin1968@yandex.ru

В статье проводится анализ и разработка математических моделей для оценки эффективности использования ресурсов в лесопромышленном комплексе (ЛПК) в рамках условий устойчивого лесопользования и структурной трансформации. Актуальность исследуемой темы связана с нарастающей необходимостью повышения экономической эффективности предприятий при условиях сохранности экосистем и ограниченности сырьевой базы. Целью исследования является создание комплексной модели для количественной оценки эффективности на текущем этапе, а также формирования сценариев её роста за счёт перераспределения сырьевых ресурсов и структуры выпуска. Применяемые методы: анализ среды функционирования (DEA) и смешанно-целочисленного линейного программирования (MILP). Эмпирическая база представлена данными предприятий лесной промышленности одного из ресурсных регионов Российской Федерации. Основные результаты исследования – выявлена значительная дифференциация эффективности, а также и наличие внутренних резервов при фиксированном объёме переработки. Оптимизация подтверждена тем, что переориентация сырья на глубокую переработку и рост доли продукции с высокой добавленной стоимостью увеличивают среднюю выручку на единицу древесины. Научная новизна – интеграция DEA и MILP в единой модели, адаптированной к специфике ЛПК.
Ключевые слова: лесопромышленный комплекс, эффективность использования ресурсов, ресурсная эффективность, экоэффективность, математическое моделирование, Data Envelopment Analysis, смешанно-целочисленное линейное программирование, оптимизация структуры выпуска, лесные ресурсы, устойчивое лесопользование.

Введение

Лесопромышленный комплекс России представляет собой сложную производственно-территориальную систему, в которой задействованы лесные, производственные, энергетические и финансовые ресурсы, формирующие значимый вклад в экономику страны и отдельных регионов. На международном уровне для анализа эффективности лесных предприятий и комплексных лесопромышленных систем активно применяются методы DEA, модели эко-эффективности и оптимизационные постановки, позволяющие интегрально оценивать использование ресурсов и экологическую результативность. В этих условиях ключевая идея настоящего исследования состоит в разработке комплексной математической модели оценки эффективности применения ресурсов в лесопромышленном комплексе, интегрирующей современный международный инструментарий (DEA, MILP, eco-efficiency) и адаптированной к российским институциональным и ресурсным особенностям.

Литературный обзор

На методологическом уровне сформирован развитый блок работ по экономико-математическому моделированию в ЛПК, включающий классические подходы математического программирования и моделирования экономических процессов, модели оценки эффективности лесопользования с учётом транспортных ограничений, схемы формирования цепочек поставок сырья, а также прикладные разработки, ориентированные на обоснование инновационных технологий и производственных конфигураций [1; 2; 3; 5; 6; 16].

В зарубежной литературе доминируют подходы, основанные на DEA и связанных с ним методах анализа эффективности, а также модели эко-эффективности и оптимизационные постановки для стратегического управления лесными цепочками создания стоимости [4; 8; 10; 15; 17]. Эти работы демонстрируют возможности интегральной оценки эффективности применения ресурсов с учётом многомерных наборов входов и выходов, включая экологические показатели и сценарные характеристики развития лесных экосистем.

Целью исследования является разработка и апробация математической модели оценки эффективности применения ресурсов в лесопромышленном комплексе, обеспечивающей комплексный учёт производственных, ресурсных и, при необходимости, экологических характеристик и адаптированной к российским условиям. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

Методы и материалы

Методологическую основу исследования составляют классические подходы математического программирования и экономико-математического моделирования, позволяющие формализовать задачи оптимального распределения ресурсов и оценки эффективности сложных хозяйственных систем. В качестве базового инструмента оценки относительной эффективности предприятий и/или региональных подсистем лесопромышленного комплекса используется метод анализа среды функционирования (Data Envelopment Analysis, DEA), дающий возможность сопоставлять множество объектов с многомерными наборами входов и выходов. Для описания стратегических решений по формированию и управлению цепочками поставок лесосырья и продукции применяется постановка задачи смешанно-целочисленного линейного программирования (MILP), ориентированная на оптимизацию потоков ресурсов и структуры производства.

В рамках настоящей работы предлагается комбинированный подход, в котором DEA-модель используется для оценки фактической эффективности применения ресурсов на уровне предприятий или регионов, а MILP-модель – для анализа потенциальных сценариев перераспределения ресурсов и изменения производственной конфигурации. При этом за основу берутся классические постановки DEA и MILP, но в них включаются показатели, отражающие специфику лесопромышленного комплекса (объем заготовки древесины, глубина переработки, использование низкотоварной древесины и др.), а также, при необходимости, экологические характеристики (отходы, выбросы, устойчивость лесопользования) [4; 10; 15].

Информационная база включает официальную статистику и отраслевые аналитические обзоры по лесному комплексу России. В набор исходных показателей включаются: объёмы заготовки и переработки дре-

весины, показатели использования производственных мощностей, численность персонала и фонд оплаты труда, стоимость основных средств и энергопотребление, выручка и иные финансовые результаты, а также, при необходимости, показатели, характеризующие масштабы отходов и выбросов. Период анализа выбирается таким образом, чтобы обеспечить сопоставимость данных по объектам и возможность оценки динамики (например, 3–5 лет при наличии информации).

Для оценивания эффективности применения ресурсов в ЛПК формируется система входных и выходных показателей, которые используются в DEA-модели. Входами (inputs) выступают ресурсы: объём заготовки древесины, фонд оплаты труда, стоимость или мощность основных производственных фондов, энергопотребление, площадь используемого лесного фонда. Выходами (outputs) являются объём продукции, выручка, добавленная стоимость, коэффициент использования древесины и иные показатели результативности. При включении экологического измерения часть показателей (например, объём отходов или выбросов) трактуется как «нежелательные» выходы, что требует соответствующей модификации DEA-постановки.

Базовая DEA-модель задаётся в виде задачи линейного программирования по типу input-oriented (ориентированной на минимизацию ресурсов при заданных выпусках) или output-oriented (максимизация выпуска при заданных ресурсах), что позволяет получить для каждого предприятия (DMU) интегральный индекс относительной эффективности, обозначаемый через θ ($0 < \theta \leq 1$). Значения $\theta = 1$ соответствуют предприятиям, находящимся на эффективном фронтире, значения $\theta < 1$ указывают на наличие резервов повышения эффективности. При необходимости модель может быть расширена за счёт учёта нежелательных выходов или дополнительными ограничениями, отражающими отраслевые особенности. Общая логика построения модели следует классическим подходам, при этом адаптация заключается в выборе релевантных для ЛПК показателей и их интерпретации в контексте ресурсной и эко-эффективности [4; 10].

Для анализа потенциальных сценариев повышения эффективности применения ресурсов в ЛПК используется оптимизационная модель, основанная на смешанно-целочисленном линейном программировании. В качестве переменных модели выступают объёмы заготовки древесины по участкам, объёмы транспортировки между звеньями цепочки, уровни загрузки перерабатывающих мощностей, а также, при необходимости, доли использования сырья в различных направлениях (пиломатериалы, целлюлозно-бумажная продукция, биоэнергетика и др.).

Целевая функция формулируется как максимизация интегрального показателя эффективности, который может включать суммарную прибыль, добавленную стоимость или агрегированный индекс ресурсной и эко-эффективности. Ограничения отражают наличие ресурсных, технологических, логистических и экологических лимитов: доступный объём лесосырья, пропускную способность транспортной инфраструктуры, производственные мощности переработки, допустимые уровни использования лесного фонда и т.д. Таким образом, MILP-модель позволяет исследовать, как изменения в структуре потоков и производственных решений влияют на эффективность применения ресурсов и соответствие экологическим ограничениям.

Результаты и обсуждение

На первом этапе на основе данных по предприятиям лесной промышленности одного из ресурсно обеспеченных регионов была сформирована выборка единиц наблюдения (DMU), включающая крупнейших производителей плитных материалов и пиломатериалов региона, по которым доступны показатели объёмов выпуска, численности персонала, стоимости основных средств и выручки. В качестве входных показателей DEA-модели использовались фонд оплаты труда, стоимость основных производственных фондов и объём используемой древесины, а в качестве выходных – выручка от реализации и объём переработки древесины, что позволило оценить относительную эффективность применения ресурсов предприятиями региона.

Расчёты по базовой выходно-ориентированной DEA-модели показали наличие существенной дифференциации эффективности между предприятиями, при этом на DEA-фронтире оказались, прежде всего, предприятия с высокой концентрацией мощностей и устойчивой загрузкой. Значения индекса эффективности находятся в диапазоне от 0,62 до 1,00, что указывает на наличие значительных внутренних резервов повышения эффективности применения ресурсов на ряде предприятий.

Полученные результаты показывают, что даже в условиях сходной ресурсной базы предприятия демонстрируют существенно различную эффективность применения ресурсов, и часть из них могла бы достигать аналогичных уровней выпуска при меньшем привлечении ресурсов или, напротив, увеличивать выпуск при существующем уровне ресурсного обеспечения. Для предприятий с индексом эффективности ниже 1,00 DEA-модель формирует набор референтных объектов (элементов фронтира), на который они могут ориентироваться при поиске путей повышения эффективности, что создаёт основу для формализованной постановки задач оптимизации.

Таблица 1

Оценка относительной эффективности применения ресурсов предприятиями лесной промышленности региона (DEA-модель)

Предприятие	Индекс DEA-эффективности (θ)	Краткая характеристика положения на фронтире
DMU1	1,00	Эталонно эффективное предприятие, высокая загрузка мощностей, значительный вклад в выпуск пиломатериалов и плит.
DMU2	0,93	Близко к фронтиру, имеются резервы за счёт оптимизации структуры выпуска и использования низкотоварной древесины.
DMU3	0,81	Средний уровень эффективности, ограниченная глубина переработки, ориентация на сырьевые сегменты.
DMU4	0,74	Недостаточная загрузка мощностей, повышенные удельные издержки, выявлен потенциал роста эффективности.
DMU5	0,66	Низкая эффективность, фрагментарная производственная структура и значительная недозагрузка ресурсов.

Рассчитано автором на основе агрегированных данных официальной статистики по лесопромышленному комплексу России, отраслевых аналитических обзоров и отчетности лесопромышленных предприятий региона.

На втором этапе на основе результатов DEA-оценки и агрегированных данных по структуре выпуска была сформирована оптимизационная модель, ориентированная на перераспределение древесного сырья между предприятиями региона и изменение структуры выпуска в пользу продукции с более высокой добавленной стоимостью. В качестве переменных выступали объёмы поставки древесины на каждое предприятие, объёмы производства отдельных видов продукции (пиломатериалы, плиты, целлюлозно-бумажные изделия) и уровни загрузки перерабатывающих мощностей, а в целевую функцию был включён интегральный показатель, учитывающий выручку и ресурсную отдачу на единицу древесины.

Оптимизационная постановка учитывала ограничения по доступному объёму лесосырья, существующим мощностям предприятий и уровню спроса на ключевые виды продукции. Модель позволила получить несколько сценариев перераспределения ресурсов, среди которых особый интерес представляют базовый (текущее состояние) и оптимизационный (перераспределение сырья и корректировка структуры выпуска).

Таблица 2

Результаты оптимизационной модели по сценариям

Показатель	Базовый сценарий (фактическая структура)	Оптимизационный сценарий (результаты MILP-модели)
Общий объём переработки древесины, млн м³	100	100
Доля продукции с высокой добавленной стоимостью, %	5,0	11,5
Средняя выручка на 1 м³ переработанной древесины, тыс. руб.	X_1 (по данным статистики и отчётности)	$X_2 \approx X_1 \cdot 1{,}18$ (рост около 18%)
Средний индекс DEA-эффективности по предприятиям	0,80	0,89
Число предприятий с $\theta = 1{,}00$	1	3

Составлено автором по результатам расчётов оптимизационной модели, калиброванной на основе официальной статистики по объёмам переработки древесины, выручке от реализации продукции лесопромышленного комплекса и отраслевых обзоров по структуре выпуска.

Анализ данных таблицы 2 показывает, что даже при фиксированном общем объёме переработки древесины (100 млн м³) потенциал повышения эффективности применения ресурсов за счёт изменения структуры производства и перераспределения сырья между предприятиями является существенным. Базовый сценарий характеризуется низкой долей продукции с высокой добавленной стоимостью (5%), что типично для сырьевой модели развития лесопромышленного комплекса, ориентированной преимущественно на выпуск пиломатериалов и полуфабрикатов. В этих условиях средняя выручка на единицу переработанной древесины и интегральные показатели эффективности остаются ограниченными.

В оптимизационном сценарии за счёт перераспределения сырьевых потоков в пользу предприятий, имеющих мощности глубокой перера-

ботки, и увеличения выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью доля такой продукции возрастает до 11,5%. Это способствует увеличению средней выручки на 1 м³ переработанной древесины примерно на 18%. Также это отражает переход от преимущественно сырьевой структуры к более сбалансированной, которая ориентирована на создание внутри региона добавленной стоимости. При этом отмечается повышение среднего индекса DEA-эффективности по предприятиям (с 0,80 до 0,89). Это говорит о том, что уменьшается разрыв между фактическим и потенциально достижимым уровнем эффективности при имеющейся ресурсной базе.

Существенным результатом является и увеличение числа предприятий, находящихся на эффективном фронтире ($\theta = 1{,}00$), с одного до трёх. То есть оптимизационная модель позволяет подтянуть часть изначально менее эффективных предприятий к уровню лучших практик, а не только перераспределяет ресурсы в пользу «точек роста». Данные таблицы 2 подтверждают, что применение математических моделей для координации структуры выпуска и распределения сырья способствуют значимому приросту ресурсной и экономической эффективности.

Обсуждение результатов и сопоставление с литературой

Полученные результаты согласуются с выводами российских и зарубежных исследований, подчёркивающих ключевую роль структуры выпуска и глубины переработки для формирования высокой ресурсной эффективности лесопромышленных систем [5; 11; 17]. Рост доли продукции с высокой добавленной стоимостью в оптимизационном сценарии способствует увеличению выручки на единицу древесины и улучшению интегральных показателей эффективности, что соответствует выводам международных работ по эко-эффективности комплексных лесных предприятий, где акцент делается на структурных и технологических изменениях, а не только на наращивании объёмов производства [8; 17].

Использование DEA-модели позволило количественно оценить относительную эффективность предприятий и выявить «эталонные» комбинации ресурсов и результатов, на которые могут ориентироваться менее эффективные объекты. В свою очередь, оптимизационная MILP-модель показала, как эти резервы могут быть реализованы через перераспределение сырьевых потоков и изменение производственной структуры, что созвучно моделям стратегического управления лесными цепочками поставок, ориентированным на максимизацию экономической и ресурсной отдачи при соблюдении экологических ограничений [4; 8].

В совокупности результаты демонстрируют, что предложенная математическая модель позволяет не только фиксировать текущее состояние эффективности применения ресурсов в ЛПК, но и формировать количественно обоснованные сценарии её повышения. Это подтверждает целесообразность использования комплексного подхода, сочетающего методы DEA и MILP, для анализа и совершенствования структуры лесопромышленных комплексов в российских условиях [4; 5; 9; 15; 17].

Дальнейшее развитие исследования предполагает:

– интеграцию экосистемных моделей динамики лесных ресурсов в комбинированную DEA/MILP-постановку для более строгого учёта ограничений устойчивого лесопользования;

– расширение региональной выборки и переход к межрегиональному анализу, что позволит оценить различия в эффективности использования ресурсов между типами лесопромышленных систем;

– разработку и тестирование цифровых инструментов поддержки управленческих решений на основе предложенной модели, ориентированных на использование в региональных органах управления лесным комплексом и на предприятиях ЛПК.

Заключение

По итогам проведённого исследования получены следующие результаты, соответствующие поставленным целям и задачам:

Обобщены и систематизированы подходы к оценке эффективности применения ресурсов в лесопромышленном комплексе, выделены ключевые направления исследований в области экономики ЛПК, экономико-математического моделирования и международных DEA- и MILP-подходов, что позволило чётко сформулировать нерешённую научную проблему комплексной оценки ресурсной эффективности в российских условиях. Сформирована система показателей ресурсной и эко-эффективности, включающая входные (ресурсные), выходные (результативные) и при необходимости «нежелательные» показатели, адаптированная к специфике лесопромышленных предприятий и региональных подсистем ЛПК и обеспечивающая сопоставимость объектов в рамках моделирования.

Разработана математическая постановка комбинированной модели, включающей DEA-блок для оценки относительной эффективности применения ресурсов и MILP-блок для оптимизации распределения сырья и структуры выпуска, что обеспечивает возможность перехода от диагностики текущего состояния к анализу потенциальных сценариев повышения эффективности.

Проведена эмпирическая апробация разработанной модели на данных предприятий лесной промышленности одного из ресурсно обеспеченных регионов России, продемонстрировавшая наличие значительной дифференциации индексов эффективности и показавшая, что часть предприятий обладает существенными резервами повышения эффективности при сохранении текущего уровня ресурсного обеспечения.

Выполнено сопоставление полученных результатов с отечественными и зарубежными исследованиями, показавшее согласованность выявленных структурных и технологических факторов эффективности с выводами по эко-эффективности лесных предприятий и моделям оптимизации лесных цепочек поставок, что подтверждает валидность предложенного подхода и его интеграцию в международный научный контекст.

На основе результатов моделирования сформулированы практические рекомендации, ориентированные на перераспределение древесного сырья в пользу предприятий глубокой переработки, повышение загрузки эффективных мощностей и корректировку структуры выпуска в сторону продукции с высокой добавленной стоимостью, что обеспечивает рост выручки на единицу древесины и интегральной эффективности применения ресурсов при соблюдении ресурсных и экологических ограничений.

Полученные результаты подтверждают, что ключевыми резервами повышения эффективности являются структурные и организационно-технологические решения, а не только расширение лесосырьевой базы, что имеет важное значение для формирования политики и стратегии развития ЛПК в российских условиях.

Литература

1. Батурин В.А., Столбов А.Б. (2021) Математическое моделирование экологических, эколого-экономических, медико-эколого-экономических процессов в Байкальском регионе. В кн.: Информационные технологии, их приложения и информационное образование: материалы II Международной научной конференции, Улан-Удэ – Гусиноозерск, 20–22 августа 2021 года. Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 66–69. EDN XJRAQI.
2. Евстегнеев И.А., Никончук А.В. (2019) Моделирование как инструмент разработки инновационных технологий в лесопромышленном комплексе. В кн.: Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Красноярск, 25–26 апреля 2018 года (отв. ред. Ю.А. Безруких, Е.В. Мельникова). Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. акад. М.Ф. Решетнева, 168–171. EDN KDJZBF.
3. Жирнов А.Б. (2021) Цифровизация производства лесопромышленной продукции. В кн.: Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. Саратов: ООО «Амирит», 497–502. EDN QZLPYU.
4. Kao C. (1993) Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of forest industries. Ecological Modelling, 66(3–4), 261–273.
5. Ковалев Р.Н., Еналеева-Бандура И.М., Баранов А.Н. и др. (2020) Математическая модель оценки эффективности лесопользования с учетом уровня развития транспортной сети на основе комплексного подхода. Системы. Методы. Технологии, 4(48), 151–155. DOI: 10.18324/2077-5415-2020-4-151-155. EDN OGXCQB.
6. Коробов П.Н. (2002) Математическое программирование и моделирование экономических процессов. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова. 364 с. EDN XYODKX.
7. Литвин Д.А. (2023) Моделирование функции полезности лесной отрасли России с учетом распределения собственности и предпочтений агентов для определения траектории преобразования институтов. System Analysis and Mathematical Modeling, 5(2), 115–130. DOI: 10.17150/2713-1734.2023.5(2).115-130. EDN WYWNBJ.
8. Lozano S. (2025) Forest efficiency assessment and prediction using dynamic Data Envelopment Analysis. Forest Policy and Economics, 151, 103000.
9. Медведев С.О., Саханов В.В., Фитчин А.А. (2023) Эффективность предприятий лесной промышленности Красноярского края. Креативная экономика, 17(1), 183–204. DOI: 10.18334/ce.17.1.116922.
10. Misra A.K. (2014) A mathematical model for the depletion of forestry resources under population pressure and industrialization. International Journal of Biomathematics, 7(6), 145–162.

11. Молдован А.А. (2021) Лесопромышленный комплекс, его значение в экономике страны. Инновации. Наука. Образование, 39, 292–302. EDN CCBBFQ.

12. Мякшин В.Н., Петров В.Н., Песьякова Т.Н. (2021) Анализ экономических отношений регионального лесопромышленного комплекса. В кн.: Леса России: политика, промышленность, наука, образование: материалы VI Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 26–28 мая 2021 года. Т. 2. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, 48–51. EDN ZAPXYT.

13. Обработка низкотоварной древесины на комплексных лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятиях: математические модели оптимизации технологических процессов (2025). ЛесПромИнформ, 5. [online] Available at: https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4438 (Accessed: 27.01.2026).

14. Повышение эффективности использования ресурсов на основе новых подходов к моделированию (проект РНФ 22-28-01940) (2023). Материалы Российского научного фонда, 1, 55–60.

15. Rodríguez S., Pérez J., Gómez A. (2025) A mathematical model for strategic management of the forest supply chain considering products and energy generation. Forest Policy and Economics, 145, 102900.

16. Рогулин Р.С. (2023) Математическая модель формирования цепочек поставок сырья с товарно-сырьевой биржи в условиях лесного комплекса. Вестник Пермского университета. Серия: Экономика, 4, 41–56.

17. Zhang X., Xu D. (2022) Assessing the eco-efficiency of complex forestry enterprises using LCA/time-series DEA methodology. Ecological Indicators, 142, 109166. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109166.

Mathematical Models for Assessing the Efficiency of Resource Use in the Forest Industry Complex

Shulgin E.D.

St. Petersburg State Forestry University, St. Petersburg Polytechnic University of Peter the Great

JEL classification: C01, C02, C1, C4, C5, C6, C8

The article analyzes and develops mathematical models for assessing the efficiency of resource use in the forest industry complex (FIC) under conditions of sustainable forest management and structural transformation. The relevance of the research topic is associated with the growing need to improve the economic efficiency of enterprises while preserving ecosystems and facing limited raw material resources. The aim of the study is to create a comprehensive model for the quantitative assessment of efficiency at the current stage, as well as for developing scenarios for its improvement through the redistribution of raw material resources and output structure. The methods used are Data Envelopment Analysis (DEA) and Mixed-Integer Linear Programming (MILP). The empirical basis consists of data from forest industry enterprises in one of the resource-rich regions of the Russian Federation. The main results of the study reveal significant differentiation in efficiency and the presence of internal reserves at a fixed volume of processing. Optimization is confirmed by the fact that reorienting raw materials towards deep processing and increasing the share of high-value-added products raises the average revenue per unit of wood. The scientific novelty lies in the integration of DEA and MILP into a single model adapted to the specifics of the forest industry.

Keywords: forest industry complex; resource use efficiency, resource efficiency, eco-efficiency, mathematical modeling, Data Envelopment Analysis, mixed-integer linear programming, optimization of output structure, forest resources, sustainable forest management.

References

1. Baturin, V.A., Stolbov, A.B. (2021) Mathematical modeling of ecological, ecological-economic, and medical-ecological-economic processes in the Baikal region. In: Information technologies, their applications and information education: proceedings of the II International scientific conference, Ulan-Ude – Gusinoozersk, 20–22 August 2021. Ulan-Ude: Dorzhi Banzarov Buryat State University, pp. 66–69. EDN XJRAQI.
2. Evstegneev, I.A., Nikonchuk, A.V. (2019) Modeling as an instrument for developing innovative technologies in the forest industry complex. In: Innovations in the chemical and forest complex: trends and development prospects: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, Krasnoyarsk, 25–26 April 2018 (ed. Yu.A. Bezrukikh, E.V. Melnikova). Krasnoyarsk: Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, pp. 168–171. EDN KDJZBF.
3. Zhirnov, A.B. (2021) Digitalization of forest industry production. In: Innovations in environmental management and protection in emergencies: proceedings of the VIII International scientific and practical conference, Saratov, 21–22 April 2021. Saratov: Amirit LLC, pp. 497–502. EDN QZLPYU.
4. Kao, C. (1993) Data Envelopment Analysis in measuring the efficiency of forest industries. Ecological Modelling, 66(3–4), pp. 261–273.
5. Kovalev, R.N., Enaleeva-Bandura, I.M., Baranov, A.N. et al. (2020) Mathematical model for assessing the efficiency of forest use taking into account the level of development of the transport network on the basis of an integrated approach. Systems. Methods. Technologies, 4(48), pp. 151–155. DOI: 10.18324/2077-5415-2020-4-151-155. EDN OGXCQB.
6. Korobov, P.N. (2002) Mathematical programming and modeling of economic processes. 2nd ed., rev. and enl. Saint Petersburg: S.M. Kirov Saint Petersburg State Forest Technical University. 364 p. EDN XYODKX.
7. Litvin, D.A. (2023) Modeling the utility function of the Russian forest sector taking into account property distribution and agents' preferences to determine the trajectory of institutional transformation. System Analysis and Mathematical Modeling, 5(2), pp. 115–130. DOI: 10.17150/2713-1734.2023.5(2).115-130. EDN WYWNBJ.
8. Lozano, S. (2025) Forest efficiency assessment and prediction using dynamic Data Envelopment Analysis. Forest Policy and Economics, 151, 103000.
9. Medvedev, S.O., Sakhanov, V.V., Fitchin, A.A. (2023) Efficiency of forest industry enterprises in Krasnoyarsk krai. Creative Economy, 17(1), pp. 183–204. DOI: 10.18334/ce.17.1.116922.
10. Misra, A.K. (2014) A mathematical model for the depletion of forestry resources under population pressure and industrialization. International Journal of Biomathematics, 7(6), pp. 145–162.
11. Moldovan, A.A. (2021) The forest industry complex and its role in the national economy. Innovation. Science. Education, 39, pp. 292–302. EDN CCBBFQ.
12. Myakshin, V.N., Petrov, V.N., Pesyakova, T.N. (2021) Analysis of economic relations in a regional forest industry complex. In: Forests of Russia: policy, industry, science, education: proceedings of the VI All-Russian scientific and technical conference, Saint Petersburg, 26–28 May 2021. Vol. 2. Saint Petersburg: S.M. Kirov Saint Petersburg State Forest Technical University, pp. 48–51. EDN ZAPXYT.
13. Processing of low-grade wood at integrated logging and wood-processing enterprises: mathematical models for optimizing technological processes (2025). LesPromInform, 5. [online] Available at: https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=4438 (Accessed: 27.01.2026).
14. Increasing the efficiency of resource use on the basis of new approaches to modeling (Russian Science Foundation project No. 22-28-01940) (2023). Russian Science Foundation proceedings, 1, pp. 55–60.
15. Rodríguez, S., Pérez, J., Gómez, A. (2025) A mathematical model for strategic management of the forest supply chain considering products and energy generation. Forest Policy and Economics, 145, 102900.
16. Rogulin, R.S. (2023) Mathematical model for the formation of raw material supply chains from a commodity exchange in the forest complex. Perm University Herald. Series: Economics, 4, pp. 41–56.
17. Zhang, X., Xu, D. (2022) Assessing the eco-efficiency of complex forestry enterprises using LCA/time-series DEA methodology. Ecological Indicators, 142, 109166. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.109166.

Архитектурное формирование объектов высокотехнологичных отраслей

Алам Эль Дин Сабрина Хассан
Ассистент кафедры Архитектура и реставрация, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, igor_garkin@mail.ru,

Гарькин Игорь Николаевич
кандидат технических наук, заведующий кафедрой Архитектура и реставрация, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, igor_garkin@mail.ru,

Яо Любовь Маркеловна
доктор социологических наук, профессор, профессор кафедры «Дизайн и национальные искусства», Казанский (Привожский) федеральный университет, LMYao@kpfu.ru,

Ахметов Шамиль Рафкатович
доцент кафедры «Конструктивно-дизайнерское проектирование», Казанский (Привожский) федеральный университет, sham.axmetow@yandex.ru

В условиях государственной поддержки научно-технологического развития страны наукоёмкие производства становятся важным драйвером экономического роста. В статье рассматриваются вопросы архитектурного формирования объектов высокотехнологичных отраслей — технопарков, инновационных кластеров и научно-исследовательских центров. На основе ретроспективного анализа сопоставляются подходы к проектированию советских наукоградов и современных российских аналогов. Выявлены ключевые принципы архитектурной организации таких объектов: многофункциональность, экологичность и доступность. Сформулированы направления дальнейшего совершенствования архитектурной среды инновационных кластеров, включая интеграцию с городской инфраструктурой, применение принципов устойчивого проектирования и социально ориентированный подход.
Ключевые слова: научно-исследовательские центры, доступность, технопарк, кластерный подход, наукоград, многофункциональность, наукоемкое производство, модель, устойчивая архитектура.

В современной России стратегический приоритет отдан развитию высокотехнологичных секторов экономики, что реализуется через создание специализированных научно-производственных структур — технопарков, инновационных кластеров и аналогичных образований. Архитектура таких объектов приобретает ключевое значение, поскольку призвана формировать эргономичную и функционально насыщенную среду [1]. Такая среда способствует созданию новых рабочих мест, наращиванию экспортного потенциала страны и повышению качества жизни населения.

Инновационные кластеры выступают в качестве инструмента стимулирования развития передовых отраслей экономики и внедрения прорывных технологий. Благодаря современным архитектурно-планировочным решениям в их структуре формируется интегрированная среда, объединяющая научные, образовательные и коммерческие организации. Такая организационная модель обеспечивает эффективный трансфер знаний, способствует оперативному обмену профессиональным опытом и ускоряет процесс адаптации научных разработок в реальном секторе производства.

В современном понимании функциональная структура инновационного кластера предполагает наличие полного спектра инфраструктурных элементов, обеспечивающих его эффективную работу. К ним относятся: офисные и производственные площади, лабораторные корпуса, конференц-зоны, коворкинги, дата-центры, а также иные объекты обеспечивающей инфраструктуры, необходимые для интеграции научной, образовательной и производственной деятельности [1].

Термин «инновационный кластер» может употребляться и в более узком значении — как научный центр, представляющий собой локальную модель кластера и функционирующий в формате единого объекта, а не совокупности отдельных предприятий. Традиционно научно-исследовательские центры специализируются на конкретных областях знания (медицине, химии, физике и т. д.). В последние годы наблюдается тенденция к развитию мультидисциплинарных центров, в которых специалисты различных научных направлений взаимодействуют между собой, что позволяет достичь синергетического эффекта и повысить результативность исследовательской деятельности [1,2].

Формирование архитектуры научно-исследовательских центров имеет глубокие исторические корни, и в последние десять лет эта сфера переживает новый виток активного развития. Сегодня в России ведётся разработка отечественных кластерных решений, ориентированных на современные социально-экономические запросы. Их прообразом можно считать советские наукограды, где в своё время была заложена многофункциональная инфраструктура, а объёмно-пространственная организация создавала комфортные условия для работы учёных.

После распада СССР развитие инновационных объектов в Российской Федерации вступило в фазу стагнации: на протяжении длительного периода подход к проектированию научных баз не претерпевал существенных изменений, что обусловило заметное отставание отечественных архитектурных решений от зарубежных аналогов. С 2000-х годов наблюдается устойчивая тенденция к восстановлению данного направления. В настоящее время формируется принципиально новая модель инновационных площадок, интегрирующая исторический опыт и отвечающая современным вызовам [1, 2].

Архитектурная модель современных научно-исследовательских кластеров базируется на принципе полифункциональности. Единое пространство структурируется на зоны различного назначения: исследовательские корпуса и лаборатории, административно-офисные блоки, рекреационные и технические площади. Подобная организация позволяет консолидировать в рамках одного архитектурного объекта несколько предприятий, что соответствует актуальным потребностям индустриального развития [3].

В настоящее время рассматриваемая модель выходит за пределы отдельного комплекса, охватывая территории, сопоставимые с масштабом наукоградов прошлого, но в новой смысловой парадигме. Под «современностью» в данном контексте подразумевается внедрение автоматизированных производств, роботизированных систем и элементов искусственного интеллекта. Эти технологические факторы не только облегчают трудовую деятельность человека, но и стимулируют его интерес к научному поиску [4,1].

Обратимся к эволюции архитектуры научно-исследовательских предприятий в России — от советского периода (конец 1930-х годов) до

современности. Согласно исследованию [1], истоки формирования инновационных кластеров в стране восходят к созданию наукоградов СССР. В развитии этой системы выделяют три основных этапа:

- Рубеж 1930–1940-х годов — начальный этап формирования научных центров.
- Вторая половина 1940-х — начало 1960-х годов — период, связанный с реализацией ракетно-космической и атомной программ, что дало мощный импульс развитию научно-исследовательской инфраструктуры.
- 1960–1980-е годы — этап расширения спектра научных направлений и укрепления уже существовавших научных центров.

В результате исторических трансформаций, связанных с распадом СССР и последующим становлением Российской Федерации, развитие наукоёмких территорий существенно замедлилось. Часть наукоградов была интегрирована в более крупные административные и экономические структуры, другая часть прекратила своё существование [5,1].

Переломным этапом стал период 2000-х годов, ознаменовавший начало поэтапного возрождения наукоёмких моделей. Одним из знаковых проектов этого периода стал инновационный центр «Сколково», анонсированный в 2010 году и развёрнутый в Одинцовском районе Московской области.

С 2012 года государственная поддержка подобных образований приобрела системный характер: Министерство экономического развития РФ запустило программу стимулирования инновационных территориальных кластеров. Ключевые задачи программы включают:

- углубление кооперации между производственными предприятиями и научно-образовательными организациями, входящими в состав кластеров;
- наращивание научно-технического и производственного потенциала в инновационно активных регионах страны.

Ретроспективный анализ архитектуры научных кластеров позволил выявить ключевые принципы проектирования советских наукоградов и провести их сопоставление с современными аналогами. Результаты сопоставления обобщены в таблице 1.

В настоящее время формируется новая архитектурная модель научно-исследовательских центров, базирующаяся на трёх ключевых принципах: многофункциональности, экологичности и доступности [6,7].

Рассмотрим содержание каждого принципа подробнее:

Многофункциональность достигается за счёт создания комплексных площадок, объединяющих:

- рабочие зоны (офисные и административные помещения);
- научно-исследовательские пространства (лекционные аудитории, лаборатории, коворкинги, помещения для хранения инвентаря и материалов исследований и т. д.);
- рекреационные зоны (как внутри, так и снаружи зданий);
- технические блоки для обслуживания территорий.

Таблица 1
Сравнительная таблица

Признаки сравнения	Наукоград во времена СССР	Научные центры сейчас
Открытость для города и общества	Преимущественно открытые, однако существовали и закрытые образования (города, деятельность которых была связана с особо значимыми проектами в области атомной энергетики, ракетно-космической отрасли и производства вооружений)	Как правило, открытые. Современные научные объекты интегрированы в городскую среду
Функциональное зонирование	Применялось функциональное зонирование городской территории: выделялись жилые массивы, производственные зоны, рекреационные пространства	Сохраняется принцип многофункциональности: в структуру закладываются все необходимые зоны для комфортной работы и пребывания
Местоположение относительно города	Преимущественно обособленно, за пределами городских границ	В пределах города или в непосредственной близости от него
Географическое расположение	Сосредоточены преимущественно вблизи Москвы, а также в северных регионах страны	Чёткой территориальной привязки не имеют; создаются исходя из сложившихся научно-производственных предпосылок
Тематики исследований	Чаще всего ассоциируются с отраслями военно-промышленного комплекса (от ядерной физики до биологии); тем не менее существовали и успешно функционировали наукограды мирной направленности	Широкий спектр, в основном технические и естественные науки
Охватываемая территория	Значительная, поскольку включала жилую застройку	Вариативна: может представлять собой как отдельное здание, так и комплекс объектов; жилая функция, как правило, не предусматривается

Экологичность обеспечивается применением материалов и технологий, отвечающих критериям устойчивой архитектуры: энергоэффективность, использование вторичных ресурсов, снижение углеродного следа.

Доступность предполагает размещение научно-исследовательских центров в черте города или в непосредственной близости от него — то есть в зоне транспортной и социальной доступности для учёных, специалистов и студентов.

В Российской Федерации уже реализованы проекты, воплощающие эти принципы, например, Иннополис в Республике Татарстан. Ряд других проектов находится в стадии реализации, включая реновацию ДСК-500 и технопарк «Густав» в Москве.

Наиболее показательные примеры реализации указанных принципов представлены в таблице 2. В каждом из этих проектов архитекторы стремились максимально полно применить описанные подходы [7,8].

Таблица 2
Анализ проектов

Проект	Описание	Изображение
Реновация ДСК-500, Тюмень, Россия Бюро HADAA	Архитектурное бюро HADAA предложило гибкую пространственную структуру с плавным взаимопроникновением зон различного функционального назначения и типологии. Регулирование степени открытости или закрытости осуществляется с применением модели Хаффа. Авторы, опираясь на экономическую теорию, распределяют пространство, минимизируя изменения в существующем здании и акцентируя внимание на его «моделировании». Предложенное решение обеспечивает гибкость при освоении существующего строения и позволяет поэтапно вносить изменения в зависимости от условий и требований, что делает технопарк «драйвером» развития территории.	
Технопарк «Густав», Москва, Россия Бюро IND	Особенность креативно-производственного кластера, расположенного близ Савеловского вокзала, заключается в сочетании инновационных решений в новых зданиях с историческим наследием корпусов бывшего завода «Борец». Внутреннее пространство нового здания представляет собой просторные безколонные помещения. На фасадах размещены конструктивные элементы, выполняющие также роль арт-объектов: лестница-труба, винтовая лестница, световая инсталляция. Технопарк креативных индустрий «Густав» способен объединять пять различных функций, которые могут быть реализованы как в современных, так и в исторических помещениях: производство, склад, офис, шоурум формата b2b и магазин формата b2c.	

Научные центры на базе МГТУ им. Баумана Сергей Кузнецов, ТПО "Прайд"	Основные задачи проекта: интеграция образовательного, научного и производственного процессов; формирование условий для проведения передовых исследований и разработок. В рамках проекта планируется модернизация существующих научных лабораторий и создание новых, привлечение ведущих учёных и специалистов к работе в университете, организация совместных исследований с российскими и зарубежными партнёрами, внедрение новых образовательных программ и методик обучения, развитие системы дополнительного профессионального образования. Реализация проекта позволит МГТУ им. Баумана войти в число лидеров в области подготовки кадров для высокотехнологичных отраслей экономики и внести существенный вклад в развитие российской науки и техники.	
Инновационного научно-технологического центра МГУ "Воробьёвы горы"	В Москве инновационной площадкой для научных и технологических проектов выступает ИНТЦ МГУ «Воробьёвы горы». Он будет состоять из девяти кластеров по направлениям: нанотехнологии, информационные технологии, биомедицина, экология, робототехника, гуманитарные и когнитивные науки, космические исследования. Концепция строительства ИНТЦ МГУ учитывает опыт взаимодействия с городом крупнейших мировых университетов — таких как Сорбонна или Оксфорд, где научный кластер органично вписывается в городскую среду, в отличие от традиционной для России изолированности вузовских территорий.	

На основе сформулированных принципов — многофункциональности, экологичности и доступности — был проведён анализ ряда современных архитектурных проектов: реновации ДСК-500, технопарка «Густав», научных центров на базе МГТУ им. Баумана, а также Инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьёвы горы».

Все рассмотренные объекты соответствуют актуальным запросам государства в сфере развития науки и обладают значительным потенциалом для эффективного взаимодействия с промышленными предприятиями, что способствует оптимизации научно-исследовательской деятельности в стране. Реализация обозначенных принципов играет ключевую роль в формировании современной архитектуры инновационных кластеров [9,10].

Анализ приведённых примеров позволил выделить следующие направления дальнейшего совершенствования развития научно-исследовательских предприятий:

Развитие инфраструктуры с интеграцией в городскую среду — формирование инфраструктурного окружения научно-исследовательских центров для обеспечения комфортных условий жизнедеятельности и работы сотрудников.

Поддержка научных разработок — создание условий для финансирования и внедрения перспективных исследований.

Сотрудничество с иными научными учреждениями — развитие кооперации и обмен опытом между организациями.

Применение принципов устойчивой архитектуры — использование экологичных материалов, энергоэффективных технологий и решений, снижающих антропогенную нагрузку.

Социально ориентированный подход — учёт социальных потребностей общества в архитектурных решениях: интеграция производства в городскую ткань, создание рабочих мест и повышение качества жизни населения.

Литература

1. Алам Эль Дин, С. Х., Гарькин И. Н., Фазылзянова Г. И. Архитектура наукоемких производств // Системные технологии. 2025. № 1(54). С. 151-158. DOI 10.48612/dnitii/2025_54_151-158. EDN KXPRMQ.
2. С. Х. Алам Эль Дин, Н. С. Калинина. Особенности архитектуры научно-исследовательских центров и развитие наукоградов со времен СССР по настоящее время. Системные технологии. 2023. № 1 (46). С. 208–219
3. Плешивцев А.А., Король Е.А., Сабитов Л.С., Гарькин И.Н. Архитектурно-бионический подход к отображению функций и форм архитектурных объектов // Региональная архитектура и строительство. 2024. № 2 (59). С. 189-194
4. Ауров В. В. Траектории развития теории архитектурного пространства XX века // Архитектура и современные информационные технологии. 2020. № 4(53). С. 57–73
5. Мирхасанов Р.Ф., Сабитов Л.С., Гарькин И.Н. Особенности формирования "Новой архитектуры" на примере пяти отправных точек Огюста Перре// Инженерные исследования. 2024. № 3 (18). С. 20-26
6. Радионов Т.В., Бугайчук В.А. Архитектура научно-технологических комплексов нового поколения в городах Донбасса // Строитель Донбасса. 2024. № 2 (27). С. 6-1
7. Радионов Т.В., Маренков К.А., Бугайчук В.А. Особенности формирования архитектуры научно-технологических комплексов: динамика отечественной и зарубежной практики с учетом элементов социально-экономического развития// Строитель Донбасса. 2023. № 4 (25). С. 6-11.
8. Дианова-Клокова, И. В., Метаньев Д.А. Зеленый континент - зеленая архитектура научно-инновационных комплексов// Academia. Архитектура и строительство. 2022. № 1. С. 37-45. DOI 10.22337/2077-9038-2022-1-37-45. EDN KEVOUY.
9. Скачков Ю.П., Данилов А.М., Гарькина И.А. Модификация метода ПАТТЕРН к решению архитектурно-строительных задач // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 4-9.
10. Дианова-Клокова, И. В.. Метаньев Д.А. Об архитектурных решениях научных и инновационных объектов // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 1. – С. 64-73.

Architectural design of high-tech industry facilities

Alam El Din Sabrina Hassan, Garkin I.N., Yao L.M., Akhmetov Sh.R.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

In the context of state support for the country's scientific and technological development, knowledge-intensive industries are becoming an important driver of economic growth. This article examines the architectural design of high-tech facilities—technology parks, innovation clusters, and research centers. A retrospective analysis compares the design approaches of Soviet science cities with their modern Russian counterparts. Key principles of the architectural organization of such facilities are identified: multifunctionality, environmental friendliness, and accessibility. Directions for further improvement of the architectural environment of innovation clusters are formulated, including integration with urban infrastructure, the application of sustainable design principles, and a socially oriented approach.

Keywords: research centers, accessibility, technology park, cluster approach, science city, multifunctionality, knowledge-intensive production, model, sustainable architecture.

References

1. Alam El Din, S. H., Garkin I. N., Fazylzyanova G. I. (2025) Arhitektura naukoemkih proizvodstv [Architecture of high-tech industries] / S. H. Alam El Din, I. N. Garkin, G. I. Fazylzyanova // System technologies. – 2025. – № 1(54). – Pp. 151-158. – DOI 10.48612/dnitii/2025_54_151-158. – EDN KXP RMQ.
2. S. H. Alam El Din, N. S. Kalinina. (2023) Osobennosti arhitektury nauchno-issledovatel'skih centrov i razvitie naukogradov so vremen SSSR po nastoyashchee vremya [Features of the architecture of research centers and the development of science cities from the times of the USSR to the present.] System technologies. 2023. № 1 (46). Pp. 208-219
3. Pleshivtsev A.A., Korol E.A., Sabitov L.S., Garkin I.N. (2024) Arhitekturno-bionicheskij podhod k otobrazheniyu funkcij i form arhitekturnyh ob"ektov [Architectural-bionic approach to displaying functions and forms of architectural objects] // Regional architecture and construction. No. 2 (59). pp. 189-194
4. Aurov V. V. (2020) Traektorii razvitiya teorii arhitekturnogo prostranstva HKH veka [Trajectories of the development of the theory of architectural space of the twentieth century] // Architecture and modern information technologies. № 4(53). Pp. 57-73
5. Mirkhasanov R.F., Sabitov L.S., Garkin I.N.(2024) Osobennosti formirovaniya "Novoj arhitektury" na primere pyati otpravnyh tochek Ogyusta Perre [Features of the formation of a "New Architecture" using the example of Auguste Perret's five starting points of //Engineering research. No. 3 (18). Pp. 20-26
6. Radionov T.V., Bugaichuk V.A. (2024) Arhitektura nauchno-tekhnologicheskih kompleksov novogo pokoleniya v gorodah Donbassa [Architecture of new generation scientific and technological complexes in the cities of Donbass] // The builder of Donbass. № 2 (27). Pp. 6-1
7. Radionov T.V., Marenkov K.A., Bugaichuk V.A. (2023) Osobennosti formirovaniya arhitektury nauchno-tekhnologicheskih kompleksov: dinamika otechestvennoj i zarubezhnoj praktiki s uchetom elementov social'no-ekonomicheskogo razvitiya [Features of the formation of the architecture of scientific and technological complexes: dynamics of domestic and foreign practice, taking into account the elements of socio-economic development]// The builder of Donbass. No. 4 (25). pp. 6-11.
8. Dianova-Klokova, I. V., Metanyev D. A. (2022) Zelenyj kontinent - zelenaya arhitektura nauchno-innovacionnyh kompleksov [The Green continent - the green architecture of scientific and innovative complexes] // Academia. Architecture and Construction. No. 1. Pp. 37-45. DOI 10.22337/2077-9038-2022-1-37-45. EDN KEVOUY.
9. Skachkov Yu.P., Danilov A.M., Garkina I.A. (2011) Modifikaciya metoda PATTERN k resheniyu arhitekturno-stroitel'nyh zadach [Modification of the PATTERN method for solving architectural and construction problems] // Regional Architecture and Construction, No. 1, pp. 4-9.

Архитектурные модели для устойчивых и интеллектуальных зданий: типология и оценка на основе конкретных примеров

Аббасзадех Настаран
аспирант, кафедры архитектуры и реставрации, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов (рудн), nastaran.abbaszadeh0@gmail.com,

Курочкина Валентина Александровна
кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры и реставрации, Российский университет дружбы народов (рудн), **kurochkina-va@rudn.ru,**

Медани Шоайб
аспирант, кафедры архитектуры и реставрации, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов (рудн), Choayb.medani@gmail.com

Современная устойчивая архитектура все чаще опирается на повторяемые архитектурные паттерны, которые связывают проектные решения с измеримыми показателями энергоэффективности, пространственной адаптивности и цифровой отзывчивости. В отличие от единичных проектных приемов, такие паттерны позволяют формировать воспроизводимые архитектурные стратегии, пригодные для различных климатических, функциональных и эксплуатационных условий. Настоящая статья основана на недавних исследованиях в области адаптивной архитектуры, сборного и модульного строительства, а также интеллектуальных зданий и предлагает типологию архитектурных моделей, объединяющую три взаимосвязанные группы: экологически эффективные паттерны, включая высокопроизводительные оболочки, зеленые крыши и интеграцию возобновляемых источников энергии; паттерны пространственной гибкости и модульности, основанные на сборных и модульных системах; и цифрово-интерактивные паттерны, использующие датчики, Интернет вещей и интеллектуальное управление. Анализ конкретных примеров показывает, что данные решения способны снижать энергопотребление, сокращать сроки строительства, уменьшать количество отходов и повышать адаптивность зданий к меняющимся условиям эксплуатации. Сделан вывод, что сочетание этих групп паттернов формирует надежную основу для проектирования устойчивой и интеллектуальной архитектурной среды.

Ключевые слова: устойчивая архитектура, архитектурные модели, интеллектуальные здания, модульность, Интернет вещей (IoT), биоклиматический дизайн, энергоэффективность.

Введение

Современная архитектура сталкивается с возрастающими экологическими и социально-экономическими вызовами. Здания потребляют значительную долю конечной энергии, при этом основная часть эксплуатационных затрат приходится на системы отопления, охлаждения, вентиляции и горячего водоснабжения [1]. В условиях климатической нестабильности и урбанизационного давления архитектурная практика должна учитывать не только функциональные и эстетические аспекты, но и требования долговечности, адаптивности и ресурсной эффективности.

Особенно остро эти проблемы проявляются в регионах со сложными климатическими или сейсмическими условиями, где значительная часть существующего жилого фонда, включая крупнопанельные здания, демонстрирует физическое и функциональное устаревание. Это указывает на необходимость перехода от локальных улучшений к системным и повторяемым проектным стратегиям. В последние годы исследовательский фокус сместился от отдельных «зеленых» решений к интегрированным подходам, обеспечивающим одновременно энергоэффективность, комфорт и устойчивость.

В этом контексте ключевыми направлениями являются биоклиматический дизайн, модульно-сборные системы и цифровая интерактивность. Биоклиматические подходы формируют пассивные стратегии ориентацию, естественную вентиляцию, затенение, тепловую инерцию и испарительное охлаждение — как ответ на локальные климатические условия. Модульные и сборные системы обеспечивают быструю сборку, демонтаж и адаптацию пространств, снижая объем отходов и повышая долговечность решений. Исследования умных зданий дополняют эти подходы технологиями сенсорики, Интернета вещей и автоматизированного управления, позволяющими снижать энергопотребление без ухудшения качества среды [2]. Таким образом, современная устойчивая архитектура все чаще рассматривается как интегрированная система, охватывающая форму, конструкцию, оболочку, инженерные сети и эксплуатацию. Повторяющиеся архитектурные паттерны представляют собой воспроизводимые решения, связывающие формальные, пространственные и технологические параметры с измеримыми результатами: снижением потребности в отоплении и охлаждении, уменьшением выбросов CO_2, повышением качества внутренней среды и ростом сейсмостойкости. Их ценность заключается в возможности переноса проверенных принципов между проектами, ускорении проектирования и сокращении необходимости заново разрабатывать уже апробированные решения [3]. Кроме того, архитектурные паттерны переводят устойчивое проектирование из уровня общих деклараций в систему конкретных, измеримых и сопоставимых решений. Это особенно значимо в условиях высокой неопределенности, ограниченных ресурсов и необходимости адаптации существующего строительного фонда. При достаточной формализации паттерны могут использоваться как основа для библиотек проектных решений, методических рекомендаций и цифровых инструментов поддержки проектирования. Современные исследования в области устойчивой архитектуры охватывают биоклиматический и адаптивный дизайн, модульное и сборное строительство, умные здания и IoT-системы, цифровое производство, а также инновации в материалах и интегрированном проектировании. Во всех этих направлениях прослеживаются повторяемые архитектурные паттерны, формирующие основу проектирования будущего [4]. При этом наблюдается переход от анализа отдельных технических решений к системному представлению здания как комплексной среды, где форма, конструкция, инженерные системы и эксплуатация рассматриваются совместно, что позволяет оценивать архитектурные решения по их функциональным и измеримым результатам.

Пробел в исследованиях

Несмотря на большое количество кейс-стади и технических отчетов, отсутствует целостная типология, объединяющая существующие решения в единую систему. Большинство исследований фокусируются на отдельных аспектах биоклиматических стратегиях, модульности или цифровом управлении без достаточного анализа их взаимосвязей и синергетического эффекта. Это ограничивает системное применение проверенных подходов как в новом строительстве, так и при реконструкции существующего фонда. В результате на практике часто используются разрозненные решения без четкой структуры их выбора и сопоставления архитектурных моделей. Поэтому существует необходимость разработки

типологии, которая объединяла бы экологическую эффективность, пространственную гибкость и цифровую интерактивность в единую аналитико-проектную рамку.

2.1 Биоклиматический и адаптивный дизайн. Биоклиматический подход рассматривает систему «здание пользователь климат» как единую целостность и опирается на психрометрический анализ для выбора пассивных стратегий: солнечной защиты, естественной и механической вентиляции, испарительного охлаждения и осушения. Эти решения позволяют снижать нагрузки на системы отопления и охлаждения при сохранении комфортных внутренних условий. В рамках адаптивной архитектуры такие стратегии трактуются как повторяемые архитектурные паттерны, обеспечивающие одновременно энергосбережение, гибкость и взаимодействие с пользователем. Это особенно актуально для регионов со сложными климатическими условиями, где стандартные проектные решения недостаточно эффективны. Высокопроизводительные оболочки зданий, зеленые крыши и системы возобновляемой энергетики, часто применяемые в проектах, сертифицированных по LEED, демонстрируют значительное снижение потребления энергии, воды и выбросов CO_2. В этом контексте устойчивость понимается как система взаимосвязанных и повторяемых проектных решений, формирующих совокупный эффект [1,4].

2.2 Модульное и сборное строительство. В модульном и сборном строительстве акцент делается на индустриализацию, высокую теплотехническую эффективность и простоту монтажа и демонтажа. Примеры Tila Housing и Wohnregal демонстрируют, что сеточные структуры и предварительно изготовленные элементы обеспечивают гибкость планировок при предсказуемой стоимости и стабильном качестве исполнения [4]. Более поздние решения расширяют данный подход на сейсмически активные регионы за счет применения гибридных каркасных систем и несущих панелей. При этом модульность сегодня включает не только ускорение строительства, но и возможность трансформации пространств, ремонта, модернизации и повторного использования компонентов [5], что позволяет рассматривать её как устойчивый переносимый паттерн, объединяющий скорость сборки, долговечность и адаптивность и выступающий не только как строительная технология, но и как принцип организации архитектурного пространства.

2.3 Умные здания и устойчивые системы на основе Интернета вещей. Литература по умным зданиям показывает, что для мониторинга присутствия, качества воздуха и состояния инженерных систем требуется многоуровневая IoT-архитектура [6]. Динамическая настройка HVAC и освещения в реальном времени обеспечивает снижение энергопотребления, повышая при этом комфорт пользователей и надежность эксплуатации. Исследования сетевых протоколов дополнительно подчеркивают, что эффективность умного здания определяется не только датчиками и интерфейсами управления, но и архитектурой передачи данных. Сравнение протоколов показывает преимущество CoAP/DTLS по энергоэффективности по сравнению с MQTT. Это подтверждает, что цифровая интерактивность должна рассматриваться как интегрированная архитектурная система, а не как внешний слой автоматизации [6].

2.4 Цифровое производство и интегрированные технологии

К цифровым технологиям в устойчивой архитектуре относятся BIM, искусственный интеллект, роботизация, 3D-печать и инструменты иммерсивной визуализации. Их применение повышает точность проектирования, снижает количество ошибок и ускоряет внедрение устойчивых решений. Кроме того, цифровые инструменты позволяют моделировать сложные сценарии, тестировать альтернативы до строительства и координировать взаимодействие между архитекторами, инженерами и подрядчиками [7]. Их регулярное использование в успешных проектах подтверждает их потенциал как семейства паттернов, поддерживающего эффективное проектирование ограждающих конструкций, интеграцию возобновляемых источников энергии и долгосрочную эксплуатационную адаптивность. Ниже в таблице 1 представлены основные семейства паттернов и их характеристики.

Таблица 1.
Семейства шаблонов цифрового проектирования и их характеристики

Семейство шаблонов	Ключевые стратегии	Влияние на производительность	Пример
Биоклиматический	Пассивное солнечное отопление, вентиляция	↓ нагрузка на систему отопления, вентиляции и кондиционирования	Проектирование на основе Givoni
Модульный	Предварительное изготовление, сети	↓ стоимость/время	Wohnregal
Интеллектуальный	IoT, CoAP	↓ энергопотребление	Тестовый полигон IoT
Цифровое производство	BIM, ИИ, робототехника	↓ ошибки	Параметрическое проектирование

3.1 Высокопроизводительные модернизации LEED. Штаб-квартира Deutsche Bank во Франкфурте и Калифорнийская академия наук в Сан-Франциско демонстрируют масштабное применение экологически эффективных решений [8]. При этом Deutsche Bank (рис. 1) является примером модернизации существующего здания за счет высокоэффективных фасадных систем и оптимизации инженерных сетей. Оба проекта подтверждают, что устойчивость достигается не только в новом строительстве, но и через реконструкцию. В случае Deutsche Bank внедрение двойного фасада и модернизация HVAC и водосберегающих систем привели к снижению энергопотребления, водопотребления и выбросов CO_2 на 55–89% [8,9]. Эти данные подтверждают значительный эффект интеграции оболочки и инженерных систем.

Рис. 1. Штаб-квартира Deutsche Bank во Франкфурте

Калифорнийская академия наук в Сан-Франциско демонстрирует интеграцию биоклиматических стратегий, включая зелёную крышу и естественную вентиляцию (рис. 2). Благодаря высокоизолированной оболочке, зелёной крыше и использованию чистой электроэнергии здание обеспечивает экономию воды около 32% по сравнению с базовыми показателями LEED и снижает выбросы примерно на 5,375 тонн CO_2 в год. Эти примеры подтверждают, что модернизация ограждающих конструкций и инженерных систем обеспечивает значительные и измеримые улучшения эксплуатационных характеристик [10].

Рис. 2. Биоклиматическая схема Калифорнийской академии наук

3.2 Модульное и сборное жилье. Wohnregal в Берлине и модульный прототип R2U демонстрируют принципы гибкости и модульности в жилом строительстве [4,11]. Wohnregal основан на бетонной каркасной решетке и стандартизированных панелях, что обеспечивает ускорение строительства и адаптивность пространств [12], тогда как R2U развивает этот подход через полную заводскую сборку, снижая трудозатраты до 30%, время монтажа до 50% и расход материалов более чем на 50% (рис. 3). Нелинейные pushover-анализы обеих систем показывают преимущественно упругое сейсмическое поведение, подтверждая, что модульная предварительная сборка повышает эффективность строительства, предсказуемость затрат и устойчивость конструкций [13].

Рис. 3. Wohnregal, многоквартирное жилье, Берлин, Германия, внешний вид здания.

3.3 Энергоэффективные образовательные здания. Начальная школа науки и биоразнообразия в Париже и образовательный центр

Choarvamátta в Норвегии демонстрируют эффективность биоклиматических и возобновляемых решений. Парижская школа основана на компактной планировке, биоклиматической ориентации и озеленённых крышах, обеспечивающих стабилизацию внутренних температур и пассивную энергоэффективность [14]. Центр Choarvamátta достигает около 90% энергетической самодостаточности за счёт гибридной системы, включающей геотермальные скважины и фотоэлектрические панели. Эти примеры подтверждают, что согласование климатической формы, оболочки и инженерных систем существенно повышает энергетическую автономию и снижает эксплуатационные расходы [15,16]. (рис. 4)

Рис. 4. Начальная школа науки и биоразнообразия в Париже, Франция

3.4 Умные системы зданий на основе IoT. Тестовая IoT-платформа на основе CoAP/DTLS демонстрирует цифрово-интерактивные паттерны, ориентированные на эффективность уровня связи. Система реализована в трехуровневой архитектуре «датчики сеть приложение» и сопоставлена с протоколом MQTT (рис. 5). Результаты показывают, что CoAP/DTLS снижает энергопотребление связи примерно на 30,86%, а также уменьшает задержку и потери пакетов [17], что особенно важно для умных зданий, где качество передачи данных напрямую влияет на работу HVAC, освещения и систем безопасности. В целом данные подтверждают, что оптимизация сетевых протоколов существенно влияет на эксплуатационную энергоэффективность и надежность систем, подчеркивая необходимость рассматривать цифровую инфраструктуру как интегральную часть архитектурной модели, а не как вспомогательный технический слой.

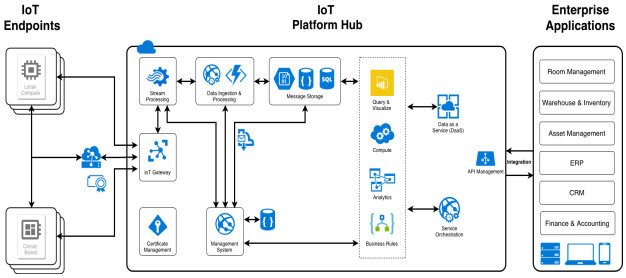


Рис. 5. Архитектура тестовой IoT-платформы (CoAP/DTLS) с трехуровневой моделью и сравнением эффективности протоколов связи.

Сравнительный анализ показывает, что высокоэффективные устойчивые здания редко опираются на единую проектную парадигму. Как правило, они формируются на основе взаимодействия трех ключевых групп решений: функционально-экологических стратегий, модульных и гибких систем, а также цифровой инфраструктуры, основанной на данных [18]. Такое многоуровневое сочетание не только оптимизирует энергопотребление, но и существенно повышает адаптивность зданий к изменениям функций в течение их жизненного цикла.

Заключение

Данное исследование показывает, что функционально-экологические, модульные и цифровые архитектурные модели достигают наибольшей эффективности при их стратегической интеграции, а не при изолированном применении. Современные здания функционируют в условиях климатических, технологических и социально-экономических ограничений, которые не могут быть полностью решены отдельными проектными подходами. Результаты тематических исследований подтверждают, что сочетание биоклиматических стратегий, модульных систем и интеллектуальных цифровых технологий формирует синергетическую конфигурацию, обеспечивающую устойчивую производительность на протяжении жизненного цикла здания [19]. В этом контексте устойчивая архитектура рассматривается как интегрированная система измеримых и повторяемых проектных паттернов, а не как набор отдельных решений. Такой подход повышает предсказуемость проектных результатов, поддерживает междисциплинарное взаимодействие и обеспечивает основу для выбора стратегий на основе количественных критериев. Однако сохраняются исследовательские ограничения, связанные с интеграцией неэнергетических показателей эффективности и недостатком долгосрочных данных о поведении модульных и цифровых систем [20,21]. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку интегрированных метрик эффективности и анализ городского воздействия, что позволит сформировать стандарты устойчивого строительства следующего поколения.

Литература

1. Энергоэффективность в архитектуре школьных зданий: ключевой фактор устойчивого развития. С.Ш. Садыкова .А.А. Сайлаубеков.
2. Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral» №4 2020,168. Проектирование системы отопления с целью повышения энергоэффективности здания .Егельская Алина Сергеевна.
3. Инновации в строительных технологиях: обеспечение безопасности и устойчивости.А.Н. Зеньчик, Л.Г. Основина, А.Н. Василькова.
4. Тенденции устойчивого строительства в 2023 году. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.startus insights.com/innovators-guide/sustainable-construction-trends/ – Дата доступа: 15.10.2023.
5. РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ «ЗЕЛЕНОЙ» ЭКОНОМИКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ГОРОДОВ.ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 6. ЭКОНОМИКА. 2020. № 5 НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ Ж. А. Мингалева1 Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Пермь, Россия) УДК 678.8:330.341.1
6. Мингалева Ж. А. (2020) Роль современных технологий в развитии «зеленой» экономики и чистых городов. Экономический вестник Московского университета, (5), 259–270.
7. Интернет вещей (IoT) в умных домах: преимущества и области применения .https://scand.com/ru/company/blog/internet-of-things-in-smart-home
8. California Academy of Sciences official sustainability reports (LEED Platinum documentation).https://www.calacademy.org/official-sustainability statement#:~:text=Explore%20how%20the%20Academy%20earned%20its %20LEED,greenest%20museums%20on%20Earth.%20Library%20of%20Life.
9. Deutsche Bank building performance reports (energy + CO_2 reduction data). https://www.db.com/files/documents/csr/sustainability/In-house-ecology-update-2024.pdf.
10. .Тематические исследования LEED и база данных сертифицированных показателей зданий Совета по экологическому строительству США.
11. Дуань Ю., Ли Г. Анализ проблем качества и профилактических мер в строительстве сборных зданий // Журнал физики. Серия конференций.
12. . 2020. Vol. 1648. Is. 3. [Online]. URL:https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1648/3/032141/meta (date of application: 07.05.2023).
13. .Стратегии формирования экологически безопасной городской среды в условиях системных перемен.Наталия Алексеевна Сапрыкина.DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-183-199 https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/12_saprykina.pdf.
14. . Мультикомфортная среда в архитектуре быстровозводимых зданий. О.В. Воличенко, А.В. Литягина, DOI: 10.33979/2073-7416-2023-107-3-96-110.
15. . Влияние искусственного интеллекта на эволюцию архитектуры платформенных экосистем.Гаврилова Элеонора Николаевна.Федосьина Ксения Игоревна.Щербинин Никита Сергеевич.ИННОВАЦИИ И ИНВЕСТИЦИИ». № 2. 2026.https://innovazia.ru/archive/66189/
16. .Ян М., Чен Л., Ван Дж., Мсигва Г., Осман А.И., Фавзи С., Яп П.-С. (2023) Стратегии циркулярной экономики для борьбы с изменением климата и другими экологическими проблемами. Environ Chem Lett 21(1):55–80. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6
17. .Комплексные стратегии устойчивого строительства и их влияние на почву и здоровье окружающей среды, обзорная статья, опубликовано: 12 августа 2025 г. Том 11, статья номер 10, (2026)https://doi.org/10.1007/s41024-025-00688-4.
18. .ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕЛЕНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ,Иванова Елена Викторовна .Петров Алексей Михайлович
19. https://naukamirowozreniya.ru/public/202505/application/1747503720221515861/perspektivy-ispolzovaniya-zelenyh-tehnologij-v-stroitelstve-i-arhitekture.pdf

20. .Балдин В. Ю., Селезнева И. С. Повышение энергоэффективности во Франции: опыт A.R.I.E.L. и высшей инженерной школы Парижа (MINES-ParisTech). – [Электрон.ресурс] - URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/88808/1/eir_2014_1_002.pdf (дата обращения: 14.10.2024).

21. .Сегаев И. Н., Митянина Н. П., Сергеева М. А., Сергеева И. А. Анализ уровня и факторов, влияющих на энергоэффективность жилого сектора в России на фоне опыта зарубежных стран // Экономика и предпринимательство. – 2016.- № 11–2 (76–2). – С. 996– 1003.

22. Воробьев В.С., Сидоренко И.Л. Крупнопанельное домостроение: историческая необходимость и перспективная технология строительной отрасли // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 1 (60). С. 130-139.

Architectural models for sustainable and intelligent buildings: typology and case-based evaluation

Abbasszade N., Kurochkina V.A., Medani Choayb
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN)

JEL classification: L61, L74, R53

Contemporary sustainable architecture increasingly relies on repeatable architectural patterns that link design solutions to measurable indicators of energy efficiency, spatial adaptability, and digital responsiveness. Unlike isolated design techniques, such patterns enable the development of reproducible architectural strategies suitable for a variety of climatic, functional, and operational conditions. This article draws on recent research in the fields of adaptive architecture, prefabricated and modular construction, and intelligent buildings to propose a typology of architectural models that combines three interrelated groups: environmentally efficient patterns, including high-performance envelopes, green roofs, and renewable energy integration, patterns of spatial flexibility and modularity based on prefabricated and modular systems, and digitally interactive patterns utilizing sensors, the Internet of Things, and intelligent control. An analysis of specific examples demonstrates that these solutions can reduce energy consumption, shorten construction time, reduce waste, and improve the adaptability of buildings to changing operating conditions. It is concluded that the combination of these groups of patterns forms is a reliable foundation for the design of sustainable and intelligent architectural environments.

Keywords: Sustainable architecture, architectural models, intelligent buildings, modularity, Internet of Things (IoT), bioclimatic design, energy efficiency.

References

1. Sadykova S.Sh., Sailaubekov A.A. Energy efficiency in school architecture as a key factor of sustainable development.
2. Egelskaya A.S. Design of heating systems to improve building energy efficiency. Integral: International Journal of Applied Sciences and Technologies, 2020, no. 4, p. 168.
3. Zenchik A.N., Osnovina L.G., Vasilkova A.N. Innovations in construction technologies: ensuring safety and sustainability.
4. StartUs Insights. Sustainable construction trends in 2023. Available at: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/sustainable-construction-trends/ (accessed 15 October 2023).
5. Mingaleva Zh.A. The role of modern technologies in the development of a green economy and environmentally friendly cities. Moscow University Economic Bulletin, Series 6: Economics, 2020, no.
6. Mingaleva Zh.A. The role of modern technologies in the development of a green economy and clean cities. Moscow University Economic Bulletin, 2020, no. 5, pp. 259–270.
7. Internet of Things (IoT) in smart homes: advantages and applications. Available at: https://scand.com/ru/company/blog/internet-of-things-in-smart-home (accessed date not specified).
8. California Academy of Sciences. Official sustainability statement (LEED Platinum documentation). Available at: https://www.calacademy.org/official-sustainability-statement
9. Deutsche Bank. Sustainability report and building performance data. Available at: https://www.db.com/files/documents/csr/sustainability/In-house-ecology-update-2024.
10. U.S. Green Building Council. LEED case studies and certified building performance database.
11. Duan Y., Li G. Analysis on quality problems and preventive measures of prefabricated building construction. Journal of Physics: Conference Series, 2020.
12. Duan Y., Li G. Journal of Physics: Conference Series, 2020, vol. 1648, issue 3. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1648/3/032141/meta (accessed 07 May 2023).
13. Saprykina N.A. Strategies for environmentally sustainable urban development under systemic changes. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-183-199. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2024/3kvart24/PDF/12_saprykina.pdf
14. Volichenko O.V., Lityagina A.V. Multicomfort environment in prefabricated architecture. DOI: 10.33979/2073-7416-2023-107-3-96-110.
15. Gavrilova E.N., Fedosyina K.I., Shcherbinin N.S. The impact of artificial intelligence on the evolution of architectural platform ecosystems. Innovations and Investments, 2026, no. 2. Available at: https://innovazia.ru/archive/66189/
16. Yang M., Chen L., Wang J., Msigwa G., Osman A.I., Fawzi S., Yap P.-S. Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. Environmental Chemistry Letters, 2023, vol. 21, no. 1, pp. 55–80. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6
17. Comprehensive strategies for sustainable construction and their impact on soil and environmental health. Review article, published August 12, 2025. Volume 11, Article No. 10 (2026). https://doi.org/10.1007/s41024-025-00688-4
18. Ivanova E.V., Petrov A.M. Prospects for the use of green technologies in construction and architecture. Available at: https://naukamirowozreniya.ru/public/202505/application/174750372022151586 1/perspektivy-ispolzovaniya-zelenyh-tehnologij-v-stroitelstve-i-arhitekture.pdf
19. Baldin V.Yu., Selezneva I.S. Improving energy efficiency in France: the experience of A.R.I.E.L. and MINES ParisTech. Available at: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/88808/1/eir_2014_1_002.pdf (accessed 14 October 2024).
20. Segaev I.N., Mityanina N.P., Sergeeva M.A., Sergeeva I.A. Analysis of factors affecting energy efficiency in the residential sector in Russia in comparison with international experience. Economics and Entrepreneurship, 2016, no. 11–2, pp. 996–1003.
21. Vorobyev V.S., Sidorenko I.L. Large-panel housing construction: historical necessity and перспективы of the construction industry. Vestnik of the Siberian Transport University, 2022, no. 1 (60), pp. 130–139.

Моделирование динамического воздействия на фортификационные сооружения Первой мировой войны

Антропова Дарья Дмитриевна
студент кафедры Механики Грунтов и Геотехники, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), antrdari@yandex.ru,

Софронова Екатерина Алексеевна
студент кафедры Механики Грунтов и Геотехники, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), soka280204@gmail.com,

Соколов Александр Александрович
студент кафедры Механики Грунтов и Геотехники, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), dlyaycheba7@gmail.com,

Соколов Николай Александрович
студент кафедры Механики Грунтов и Геотехники, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), nikolay.a.sokolov@gmail.com

В статье рассматриваются особенности моделирования динамического воздействия на фортификационные сооружения периода Второй мировой войны. Анализируются конструктивные решения оборонительных сооружений, параметры динамических нагрузок, вызванных внутренним взрывом а также механизмы разрушения подземных и заглубленных объектов. Особое внимание уделяется сооружениям средней глубины заложения, имеющим средние конструктивные характеристики. На основе анализа исторических данных и современных представлений о динамике грунтовых массивов сформулированы выводы о причинах дальнейшего усовершенствования фортификационных подземных сооружений [1,2].

Материалы и методы. В рамках настоящего исследования для оценки динамического воздействия на фортификационные сооружения использован метод численного моделирования на основе конечных элементов, реализованный в программном комплексе PLAXIS 2D. Моделирование проводилось в постановке плоской деформации (plane strain).

Результаты. В результате проведенного численного моделирования динамического воздействия внутреннего взрыва на фортификационное сооружение средней глубины заложения установлено, что конструкция не обеспечивает требуемого уровня устойчивости и прочности при заданных параметрах нагрузки.

Выводы. При воздействии внутреннего взрыва исследуемое фортификационное сооружение не выдерживает динамической нагрузки и разрушается вследствие совокупности факторов: недостаточной прочности материалов, слабого армирования. Динамические нагрузки существенно превышали расчетные значения, применявшиеся при проектировании оборонительных сооружений середины XX века [3,4].

Ключевые слова: фортификационные сооружения, динамическое воздействие, внутренний взрыв, PLAXIS 2D, численное моделирование, напряженно-деформированное состояние, грунтовый массив, ударная волна.

Введение

Фортификационные сооружения периода Второй мировой войны представляют собой важные объекты военно-инженерного наследия, характеризующиеся разнообразием конструктивных решений, условий заложения и используемых материалов. Несмотря на значительный возраст, многие из них сохраняются до настоящего времени и требуют оценки их технического состояния, в том числе при воздействии экстремальных нагрузок динамического характера.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью анализа устойчивости подземных сооружений к взрывным воздействиям, которые могут возникать как в условиях военных действий, так и при техногенных авариях. Особый интерес представляет поведение сооружений средней глубины заложения, находящихся в сложном взаимодействии с окружающим грунтовым массивом, где динамические эффекты существенно влияют на перераспределение напряжений и развитие разрушений [5,6].

Современные методы численного моделирования позволяют детально исследовать напряженно-деформированное состояние системы «сооружение–грунт» при кратковременных импульсных нагрузках. Использование специализированных программных комплексов, таких как PLAXIS 2D, дает возможность учитывать нелинейные свойства грунтов, особенности контактного взаимодействия и временной характер динамических воздействий.

Целью настоящей работы является моделирование динамического воздействия внутреннего взрыва на фортификационное сооружение средней глубины заложения периода Второй мировой войны, а также оценка его устойчивости и характера разрушения. Для достижения поставленной цели решаются задачи построения расчетной модели, задания параметров грунтового массива и конструкции, проведения динамического анализа и интерпретации полученных результатов.

Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке влияния внутренних взрывных нагрузок на подземные фортификационные сооружения с учетом их конструктивных особенностей и взаимодействия с грунтом. Практическая значимость работы состоит в возможности использования полученных результатов при обследовании, сохранении и укреплении исторических объектов, а также при разработке инженерных решений по повышению их устойчивости к динамическим воздействиям.

Конструктивные особенности фортификационных сооружений периода Второй мировой войны

Фортификационные сооружения середины XX века представляли собой сложные инженерные комплексы, включающие долговременные огневые точки, артиллерийские позиции, наблюдательные пункты и подземные коммуникации [7,8,9].

Основными материалами строительства являлись:

- неармированный бетон;
- железобетон
- бутобетон;
- кирпичная кладка;
- грунтовые перекрытия с деревянными элементами.

Сооружения, как правило, имели заглубленное или полузаглубленное расположение, что повышало их защитные свойства за счет использования грунтового массива в качестве дополнительного экрана. Конструктивно широко применялись сводчатые и арочные перекрытия, способствующие более эффективному перераспределению нагрузок и снижению концентрации напряжений.

Толщина ограждающих конструкций (стен и перекрытий) варьировалась в зависимости от назначения объекта и уровня защиты, достигая значительных величин. Внутреннее пространство включало камеры различного функционального назначения (боевые, складские, командные), соединенные переходами и коридорами [10].

Особое внимание уделялось маскировке, вентиляции и автономности сооружений. Однако, несмотря на использование железобетона, уровень армирования в ряде случаев был ограничен, что снижало устойчивость конструкций к динамическим и особенно взрывным воздействиям.

Характер динамических нагрузок

Динамическое воздействие на фортификационные сооружения в период Второй мировой войны формировалось преимущественно за счет следующих факторов:

- взрывы артиллерийских снарядов крупного калибра;
- подземные минные взрывы;
- ударные волны в грунтовом массиве;
- повторные циклические нагрузки при длительных артиллерийских обстрелах.

При детонации взрывчатого вещества внутри сооружения сооружения формируется мощная ударная волна, распространяющаяся в грунтовом массиве со скоростью 1000–2000 м/с. Данное воздействие характеризуется кратковременным, но высокоамплитудным импульсом давления [11,12,13].

Максимальные динамические напряжения в грунте могут превышать статические значения в десятки раз. В результате в зоне расположения сооружения возникают:

- динамическое уплотнение грунта;
- сдвиговые деформации;
- локальные зоны разуплотнения;
- резонансные колебания конструктивных элементов.

Поведение сооружений средней глубины заложения

Анализ архивных данных и инженерных наблюдений показывает, что наиболее уязвимыми оказались фортификационные сооружения средней глубины заложения, имеющие:

- средние прочностные характеристики материалов;
- ограниченную толщину перекрытий;
- недостаточное армирование;
- недостаточную связь конструкции с окружающим грунтом давления [14,15].

При воздействии мощных динамических импульсов происходило распространение ударных волн через грунтовый массив, вызывающее значительные напряжения в элементах конструкции.

В результате фиксировались следующие виды разрушений:

- разрушение перекрытий казематов вследствие превышения предельных изгибающих напряжений;
- образование трещин в бетонных и кирпичных стенах;
- сдвиг и смещение конструкций относительно грунта;
- обрушение грунтовых сводов и засыпок;
- локальные провалы и просадки поверхности давления [16,17].

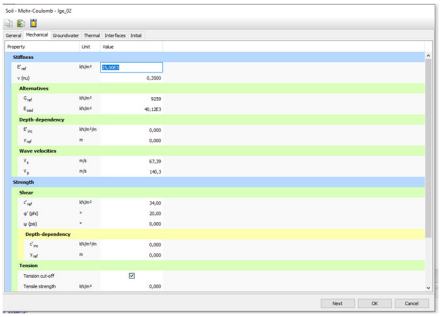
Особенно интенсивные разрушения наблюдались при многократных артиллерийских ударах, когда повторяющиеся динамические импульсы вызывали накопление повреждений в материале конструкции.

Практика боевых действий показала, что сооружения средней глубины заложения с недостаточным конструктивным усилением не выдерживали больших динамических нагрузок, создаваемых тяжелой артиллерией и подземными взрывами. Даже при отсутствии прямого попадания снаряда в конструкцию разрушение могло происходить вследствие передачи ударной волны через грунтовый массив давления [18].

Моделирование динамического воздействия на фортификационные сооружения первой мировой войны

Программой для моделирования **динамического воздействия был выбран Plaxis2D**

В процессе моделирования грунтом основания был выбран суглинок коричневый, светло-коричневый, желтовато-коричневый, тугопластичный с прослоями полутвердого, в отдельных скважинах с прослоями мягкопластичного, с прослоями и линзами песка, опесчаненный, с включениями гравия, щебня и дресвы до 10%, имеющий следующие характеристики:



Свойства грунта основания

Принятые характеристики фортификационного сооружения:

- Глубина заложения $h = 15$м
- Сечение фортификационного сооружения 10х10м
- Длина фортификационного сооружения $L = 7$м
- Расчет на внутренний взрыв проводился при возникновении возможных ситуаций: подрыв подземного хранилища боеприпасов при отступлении;
- Принятый заряд: $m = 100$кг в тротиловом эквиваленте равномерно распределенный по площади фортификационного сооружения;
- Нагрузка при 1 кг тротила: $P_n = 4200$ кН*м;
- Итоговая общая нагрузка создаваемая при взрыве:

$P_и = m * P_n$ =4200*100= 420000 Кн*м;

- Итого распределенная нагрузка на одну сторону: 420000:7:10:4=1500 кН*м

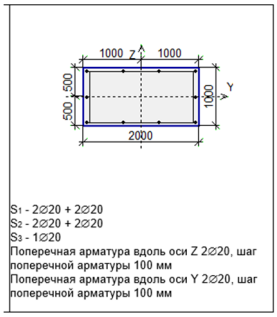
$q = \frac{P_n}{l.*C.} = \frac{420000}{7*40} = 1500$кН*м

Где С периметр внутренний периметр сечения сооружения равный:

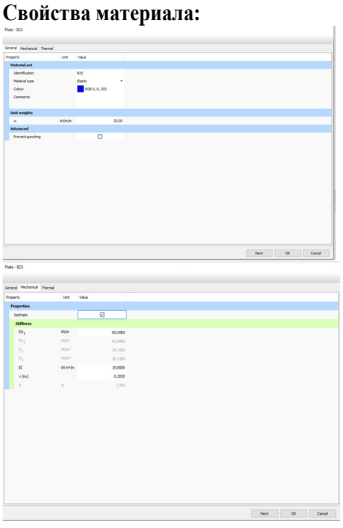
$C = 10 * 4 = 40$м

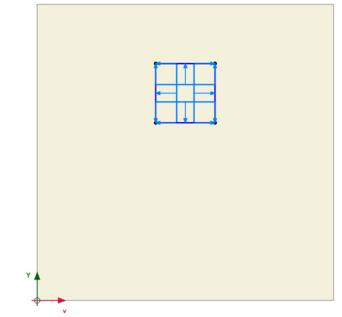
- Толщина стен принята 2м, класс бетона - В25 давления [19,20,21].

Армирование:



Свойства материала:





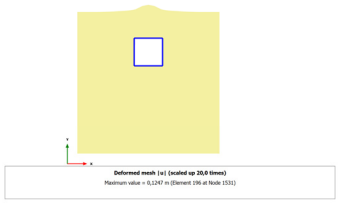
Общий вид расчетной схемы в Plaxis2D

Расчет выполняется в 4 фазы:

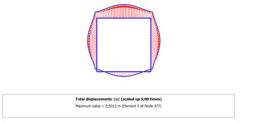
- НДС нетронутого массива грунта;
- НДС массива грунта после возведения фортификационного сооружения;
- Нагрузка, имитирующая внутренний взрыв;

- Снятие нагрузки со стенок фортификационного сооружения, НДС грунта и конструкций после взрыва.

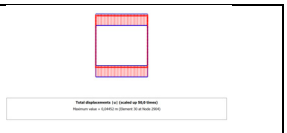
Результаты расчета



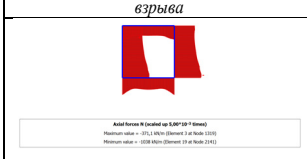
Общие перемещения после взрыва



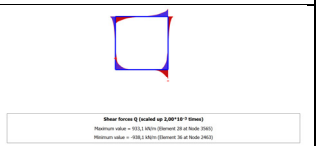
Перемещение стен сооружения во время взрыва



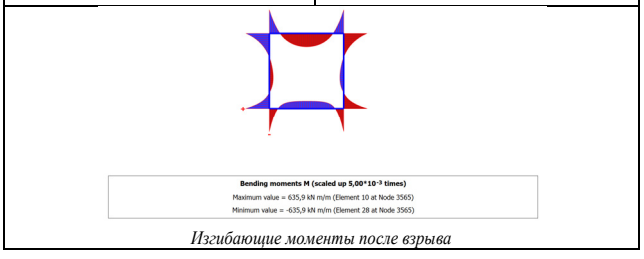
Перемещение стен бункера после взрыва



Продольные напряжения после взрыва



Поперечные напряжения после взрыва



Изгибающие моменты после взрыва

Результаты расчета по комбинациям загружений

	N	M_y	Q_z	M_z	Q_y	T	Коэффициент надежности по нагрузке	Коэффициент длительной части	Кратковременная	Сейсмика	Особая
	T	T*м	T	T*м	T	T*м					
1	67,96	63,59	93,81	0	0	0	1	1			

Проверено по СП	Проверка	Коэффициент использования
	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,488
	Прочность по предельному моменту сечения	**1,472**
пп. 8.1.20-8.1.30	Деформации в сжатом бетоне	**1,265**
пп. 8.1.20-8.1.30	Деформации в растянутой арматуре	**3,577**
пп. 8.1.32, 8.1.34	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,151
пп. 8.1.33, 8.1.34	Прочность по наклонному сечению	0,41
п.4.28 Пособия к СП 52-101-03	Поперечная сила при образовании наклонных трещин	**1,036**

Коэффициент использования 3,577 - Деформации в растянутой арматуре

Обсуждение результатов

Проведенное численное моделирование динамического воздействия внутреннего взрыва на фортификационное сооружение средней глубины заложения показало, что конструкция не обеспечивает требуемой устойчивости при заданных параметрах нагрузки.

Анализ показал, что основной причиной разрушения является недостаточная прочность конструкционного материала, а также низкий уровень армирования. Конструкция оказалась неспособной воспринимать возникающие растягивающие и динамические нагрузки, что привело к потере ее целостности. Дополнительным негативным фактором стала недостаточная толщина отдельных элементов и несовершенство конструктивных решений, характерных для сооружений рассматриваемого периода [22].

Заключение

Анализ динамического воздействия на фортификационные сооружения периода Второй мировой войны позволяет сделать следующие выводы:

1. Основным источником разрушительных воздействий являлись ударные волны от взрывов.
2. Динамические нагрузки существенно превышали расчетные значения, применявшиеся при проектировании оборонительных сооружений времен Второй мировой войны.
3. Наиболее уязвимыми оказались сооружения средней глубины заложения, обладавшие средними прочностными характеристиками и недостаточным конструктивным усилением.
4. Такие объекты не выдерживали значительных динамических нагрузок, что приводило к разрушению перекрытий, деформации стен и потере устойчивости конструкций.
5. Учет динамики распространения ударных волн является ключевым фактором при проектировании современных защитных сооружений.

Результаты исследования могут быть использованы при анализе устойчивости исторических фортификационных сооружений, а также при разработке современных инженерных решений для защиты подземных объектов от динамических воздействий.

Литература

1. Антропова Д.Д., Московкина У.О., Софронова Е.А., Соколов А.А. Эволюция военных бункеров и фортификационных сооружений в XX- XXI веках
2. Беккер А.А. Динамика грунтов и основания сооружений. — Москва: Стройиздат, 1988.
3. Мельников Н.В. Инженерная защита сооружений от взрывных воздействий. — Москва: Воениздат, 1975.
4. Погорелов В.В. Фортификационные сооружения и их устойчивость при взрывных нагрузках. — Санкт-Петербург: ВИТУ, 2004.
5. Smith J. Military Fortifications of the First World War. — London: Military Press, 2010.
6. Baker W., Cox P. Explosion Hazards and Evaluation. — New York: Elsevier, 1983.
7. Гапонов Ю.С. Геомеханическое обоснование устойчивости породных массивов. — СПб., 2014.
8. Никуленков А.М., Румынин В.Г., Синдаловский Л.Н. Геоэкологические аспекты устойчивости грунтовых массивов. — СПб.: РАН, 2010.
9. Каплунов Д.Р. Теория проектирования горных предприятий. — М.: Горная книга, 2005.
10. Петров В.В., Иванов А.А. Моделирование динамических процессов в грунтах. — М.: МГСУ, 2018.
11. Соколов И.В., Федоров П.Н. Численные методы в геотехнике. — СПб.: Лань, 2017.
12. Бондаренко В.М., Климов Н.И. Железобетонные конструкции специального назначения. — М.: АСВ, 2012.
13. PLAXIS BV. Руководство пользователя PLAXIS 2D. — Delft, 2021.
14. Лозовой С.А., Загоруйко Е.В. Моделирование свайных испытаний в PLAXIS. — 2014.
15. Masi F., Stefanou I., Maffi-Berthier V. Blast response of masonry structures. — 2020.
16. Grassl P., Fahy C., Gallipoli D. Hydraulic fracture modelling in 2D. — 2014.
17. Krzhizhanovskaya V.V. et al. Simulation of subsurface processes. — 2013.
18. Щербина П.О., Козлов Д.В. Оценка состояния гидротехнических сооружений. — М.: МГСУ, 2021.
19. Фоменко И.К. Моделирование устойчивости склонов. — М.: 2016.
20. Розенталь Д.А., Посадов И.А. Теория строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1980.
21. Иванов С.В., Чиркин А.М. Моделирование инженерных систем. — СПб., 2013.
22. Современные методы геотехнического моделирования. — М.: Геоинфо, 2022.

Modelling of dynamic impact on fortification structures from the first world war era

Sokolov A.A., Sokolov N.A., Sofronova E.A., Antropova D.D.
National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the features of modeling dynamic impact on fortification structures from the period of the Second World War. Structural solutions of defensive constructions, parameters of dynamic loads caused by an internal explosion, as well as failure mechanisms of underground and buried facilities are analyzed. Particular attention is paid to structures of medium embedment depth with average structural characteristics. Based on the analysis of historical data and modern concepts of soil mass dynamics, conclusions are formulated regarding the reasons for further improvement of underground fortification structures [1,2].

Materials and Methods. Within the framework of this study, the finite element method implemented in the PLAXIS 2D software package was used to assess the dynamic impact on fortification structures. The modeling was carried out under plane strain conditions.

Results. The numerical simulation of the dynamic impact of an internal explosion on a fortification structure of medium embedment depth showed that the structure does not provide the required level of stability and strength under the specified loading parameters.

Conclusions. Under the impact of an internal explosion, the studied fortification structure fails to withstand dynamic loading and is destroyed due to a combination of factors, including insufficient material strength and weak reinforcement. The dynamic loads significantly exceeded the design values used in the construction of defensive structures in the mid-20th century [3,4].

Keywords: fortification structures, dynamic impact, internal explosion, PLAXIS 2D, numerical simulation, stress-strain state, soil mass, shock wave.

References

1. Antropova D.D., Moskovkina U.O., Sofronova E.A., Sokolov A.A. Evolution of military bunkers and fortification structures in the 20th–21st centuries.
2. Bekker A.A. Soil Dynamics and Foundations of Structures. — Moscow: Stroyizdat, 1988.
3. Melnikov N.V. Engineering Protection of Structures Against Explosive Impacts. — Moscow: Voenizdat, 1975.
4. Pogorelov V.V. Fortification Structures and Their Stability Under Explosive Loads. — Saint Petersburg: VITU, 2004.
5. Smith J. Military Fortifications of the First World War. — London: Military Press, 2010.
6. Baker W., Cox P. Explosion Hazards and Evaluation. — New York: Elsevier, 1983.
7. Gaponov Yu.S. Geomechanical Justification of Rock Mass Stability. — Saint Petersburg, 2014.
8. Nikulenkov A.M., Rumynin V.G., Sindalovsky L.N. Geoecological Aspects of Soil Mass Stability. — Saint Petersburg: Russian Academy of Sciences, 2010.
9. Kaplunov D.R. Theory of Mining Enterprise Design. — Moscow: Gornaya Kniga, 2005.
10. Petrov V.V., Ivanov A.A. Modeling of Dynamic Processes in Soils. — Moscow: MGSU, 2018.
11. Sokolov I.V., Fedorov P.N. Numerical Methods in Geotechnics. — Saint Petersburg: Lan, 2017.
12. Bondarenko V.M., Klimov N.I. Reinforced Concrete Structures for Special Purposes. — Moscow: ASV, 2012.
13. PLAXIS BV. PLAXIS 2D Reference Manual. — Delft, 2021.
14. Lozovoy S.A., Zagoruiko E.V. Modeling of Pile Tests in PLAXIS. — 2014.
15. Masi F., Stefanou I., Maffi-Berthier V. Blast Response of Masonry Structures. — 2020.
16. Grassl P., Fahy C., Gallipoli D. Hydraulic Fracture Modelling in 2D. — 2014.
17. Krzhizhanovskaya V.V. et al. Simulation of Subsurface Processes. — 2013.
18. Shcherbina P.O., Kozlov D.V. Assessment of Hydraulic Engineering Structures. — Moscow: MGSU, 2021.
19. Fomenko I.K. Modeling of Slope Stability. — Moscow, 2016.
20. Rosenthal D.A., Posadov I.A. Theory of Building Materials. — Moscow: Stroyizdat, 1980.
21. Ivanov S.V., Chirkin A.M. Modeling of Engineering Systems. — Saint Petersburg, 2013.
22. Modern Methods of Geotechnical Modeling. — Moscow: Geoinfo, 2022.

Модифицированная модель Друкера-Прагера для анализа напряженно-деформированного состояния бетонных конструкций

Аскеров Ришад Шакирович
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 1132249078@rudn.ru,

Иванов Максим Сергеевич
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 1132226207@rudn.ru,

Галиев Инсаф Адипович
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 1032257819@rudn.ru,

Нежурин Евгений Андреевич
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 1132226212@rudn.ru

В статье выполнен анализ классической модели Друкера–Прагера применительно к описанию поведения бетона при сложном трёхосном напряжённом состоянии. Рассмотрены основные инвариантные формулировки критерия, связь его параметров с углом внутреннего трения и сцеплением бетона. Выявлены ключевые ограничения классической модели: переоценка влияния промежуточного главного напряжения, отсутствие ограничения прочности при высоких гидростатических давлениях (открытый конус) и чрезмерная дилатансия при использовании ассоциированного закона течения. Для устранения указанных недостатков представлена кап-модель (cap model), замыкающая конус Друкера–Прагера со стороны высоких давлений и позволяющая описывать пластическое уплотнение материала. Предложена модификация закона течения на основе подхода Болтона, ограничивающая скорость дилатансии через индекс дилатансии. Приведены практические рекомендации по определению параметров модели для бетона различных марок.
Ключевые слова: модель Друкера–Прагера, кап-модель, дилатансия, неассоциированный закон течения, трёхосное напряжённое состояние, пластическое уплотнение, конечно-элементное моделирование.

Актуальность темы

Бетон — один из самых распространённых конструкционных материалов. В массивах плотин, фундаментов, подземных сооружениях и при динамических нагрузках он находится в сложном трёхосном напряжённом состоянии, где все три главных напряжения (σ_1,σ_2,σ_3) значимы и не равны друг другу.

Классические критерии прочности (наибольших нормальных напряжений [2] и наибольших касательных напряжений [3]) не учитывают влияние гидростатического давления. Однако прочность бетона при всестороннем сжатии существенно выше, чем при одноосном. Следовательно, необходим критерий, зависящий от первого инварианта I_1.

Таким критерием является модель Друкера–Прагера. В оригинальной формулировке [1] предлагается трёхмерная зависящая от давления модель, оценивающая напряжённое состояние в момент достижения материалом предельной прочности. Основное предположение: октаэдрическое касательное напряжение при разрушении линейно зависит от октаэдрического нормального напряжения через материальные константы.

Цель и задачи статьи

Цель: провести анализ классической модели Друкера–Прагера, выявить её ограничения применительно к бетону и рассмотреть модификации (кап-модель и контроль дилатансии), позволяющие более точно описывать поведение бетона при сложных траекториях нагружения.

Задачи:

1. Изложить математический аппарат классического критерия Друкера–Прагера.
2. Показать связь параметров критерия с углом внутреннего трения и сцеплением бетона.
3. Проанализировать недостатки модели: переоценку роли промежуточного главного напряжения σ_2 и чрезмерную дилатансию.
4. Рассмотреть кап-модель (cap model) для учёта поведения при высоких гидростатических давлениях.
5. Предложить модификацию с контролем скорости дилатансии на основе подхода Болтона.

Краткий исторический обзор

Разработка критериев для материалов, чувствительных к гидростатическому давлению, имеет длительную историю. Надаи (1950) предложил общий подход: прочность определяется зависимость $\tau_{oct}=f(\sigma'_{oct})$ [4].

В 1952 году Друкер и Прагер реализовали эту идею для грунтов, предложив критерий — обобщение критерия Мора–Кулона [1]. Поверхность текучести Друкера–Прагера — гладкий прямой круговой конус. Критерий записывается как линейная зависимость между J_2 и I_1'. При λ=0 сводится к критерию фон Мизеса [5].

Исходная модель имела два недостатка: открытый конус (неограниченный рост прочности при сжатии) и чрезмерная дилатансия. Для их устранения Друкер, Гибсон и Хенкель (1957) ввели «кап» — вторую функцию текучести, замыкающую конус [6]. Положение капа зависит от пластической объёмной деформации.

В дальнейшем предложены различные модификации: эллиптический кап Сэндлера [7,8] и плоский кап Батэ [9]. Резенде и Мартин [10] показали, что разные способы связи капа с конусом дают не вполне согласованные формулировки.

Отдельной проблемой остаётся чрезмерная дилатансия. Эскандари с соавторами [11] отмечают, что стандартные модели (ABAQUS) дают завышенное расширение при сдвиге. Для бетона эта проблема актуальна.

Для контроля дилатансии Болтон (1986) предложил индекс IR$I\!R$, зависящий от плотности и среднего давления [12]. Комбинация кап-модели с контролем дилатансии по Болтону даёт хорошее согласие с экспериментами [11].

Таким образом, эволюция модели прошла путь от простого конуса до двухповерхностных кап-моделей с контролем дилатансии.

Основные инварианты напряжённого состояния

Для описания сложного напряжённого состояния в бетоне удобно использовать не отдельные компоненты тензора напряжений, а их инварианты — величины, не зависящие от выбора системы координат. Такой подход позволяет существенно упростить математическую запись критериев прочности.

Пусть σ_1, σ_2, σ_3 — главные нормальные напряжения. Первый инвариант тензора напряжений I_1 представляет собой сумму главных напряжений и характеризует гидростатическое (объёмное) воздействие:

$$I_1 = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 \quad (1.1)$$

Для учёта сдвиговых явлений вводится девиатор напряжений — тензор, характеризующий отклонение напряжённого состояния от гидростатического. Второй инвариант девиатора напряжений J_2 определяется следующим образом [5]:

$$J_2 = \frac{1}{6}\cdot\left[(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2\right] \quad (1.2)$$

Величина $\sqrt{J_2}$ пропорциональна интенсивности касательных напряжений и играет ключевую роль в критериях текучести, чувствительных к сдвигу.

Наряду с инвариантами I_1 и J_2 часто используют октаэдрические напряжения, которые имеют наглядный физический смысл. Октаэдрическое нормальное напряжение σ_{oct} равно среднему гидростатическому давлению:

$$\sigma_{oct} = \frac{1}{3}I_1 \quad (1.3)$$

Октаэдрическое касательное напряжение τ_{oct} связано со вторым инвариантом девиатора соотношением:

$$\tau_{oct} = \sqrt{\frac{2}{3}J_2} \quad (1.4)$$

Использование октаэдрических напряжений позволяет наглядно интерпретировать критерии прочности: условие разрушения формулируется как достижение предельного значения касательных напряжений, зависящего от нормального давления.

Формулировка критерия Друкера–Прагера

Критерий Друкера–Прагера был предложен в 1952 году как обобщение критерия Мора–Кулона для грунтов [1]. В отличие от шестигранной пирамиды Мора–Кулона, поверхность текучести Друкера–Прагера представляет собой гладкий прямой круговой конус в пространстве главных напряжений (рис. 1). Эта гладкость является важным преимуществом при численной реализации, поскольку отсутствуют угловые точки, вызывающие вычислительные трудности.

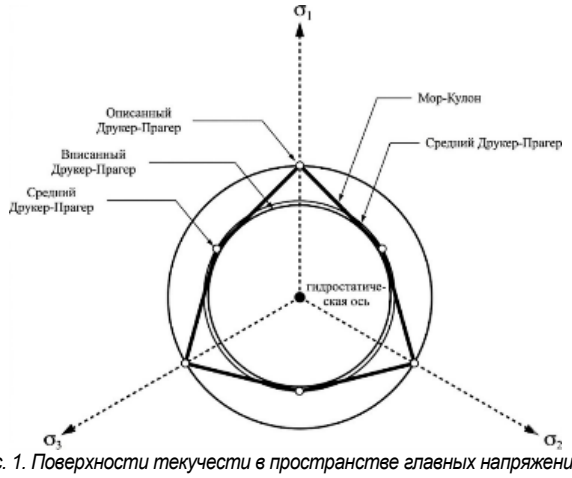


Рис. 1. Поверхности текучести в пространстве главных напряжений.

В инвариантной форме критерий Друкера–Прагера записывается как линейная зависимость между корнем из второго инварианта девиатора и первым инвариантом тензора напряжений [1, 5]:

$$\sqrt{J_2} = \lambda I_1 + \kappa \quad (1.5)$$

где λ и κ — материальные константы, определяемые экспериментально.

Параметр λ характеризует чувствительность материала к гидростатическому давлению: чем больше λ, тем сильнее прочность возрастает с увеличением всестороннего сжатия. Параметр к соответствует прочности материала при нулевом гидростатическом давлении (чистый сдвиг).

В частном случае, когда λ=0, критерий (1.5) сводится к критерию фон Мизеса, который не зависит от давления и используется для пластичных металлов. Для бетона, напротив, λ>0, что отражает существенное влияние всестороннего обжатия на несущую способность.

В терминах октаэдрических напряжений критерий Друкера–Прагера принимает вид [5]:

$$\tau_{oct} = \sqrt{\frac{2}{3}}\left(3\lambda\sigma_{oct} + \kappa\right) \quad (1.6)$$

Это выражение полностью соответствует общему подходу Надаи [4], который постулировал, что октаэдрическое касательное напряжение при разрушении является монотонно возрастающей функцией октаэдрического нормального напряжения: $\tau_{oct}=f(\sigma_{oct})$. Таким образом, критерий Друкера–Прагера представляет собой линейную реализацию этой общей идеи.

Связь параметров модели с механическими характеристиками бетона

Для практического использования критерия (1.5) необходимо выразить параметры λ и κ через стандартные механические характеристики бетона: угол внутреннего трения ϕ и сцепление c. Такая связь устанавливается путём приравнивания прочности по Друкеру–Прагеру и по Мору–Кулону в условиях трёхосного сжатия ($\sigma_1>\sigma_2=\sigma_3$).

В результате получаются следующие соотношения [5]:

$$\lambda = \frac{2\sin\varphi}{\sqrt{3}(3-\sin\varphi)} \quad (1.7)$$

$$\kappa = \frac{6\cdot c\cdot\cos\varphi}{\sqrt{3}(3-\sin\varphi)} \quad (1.8)$$

Для бетона, как и для большинства геоматериалов, сцепление c характеризует прочность при сдвиге в отсутствие нормального давления, а угол внутреннего трения ϕ отражает рост прочности с увеличением обжимающего давления. Типичные значения для бетона разных марок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры критерия Друкера–Прагера для бетона различных марок

Марка бетона	ϕ, град	c, МПа	λ	κ, МПа
B15	30	2,5	0,27	3,2
B25	34	3,0	0,30	3,9
B30	37	3,5	0,33	4,5
B40	40	4,0	0,36	5,2
B60	45	4,5	0,42	6,0

Для условий плоской деформации (например, при расчёте длинных подпорных стен или сечений плотин), когда деформации в одном из направлений отсутствуют, а также при ассоциированном законе течения (угол дилатансии равен углу внутреннего трения) используются иные выражения [5]:

$$\lambda = \frac{\tan\varphi}{\sqrt{9+12\tan^2\phi}},\quad \kappa = \frac{3\cdot c}{\sqrt{9+12\tan^2\phi}} \quad (1.9)$$

Выбор между (1.7)–(1.8) и (1.9) зависит от конкретной расчётной схемы и требуемой точности. Для большинства объёмных задач предпочтительнее использовать первые соотношения.

Геометрическая интерпретация и роль промежуточного главного напряжения

Поверхность текучести Друкера–Прагера в пространстве главных напряжений представляет собой конус, ось которого совпадает с гидростатической осью ($\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$). На рис. 1 показано взаимное расположение конуса Друкера–Прагера и шестигранной пирамиды Мора–Кулона, а также их сечения в π-плоскости [5].

Сечение конуса Друкера–Прагера в π-плоскости — окружность. Это означает, что критерий изотропен: прочность не зависит от угла Лоде, характеризующего соотношение между σ_2 и σ_3. Критерий Мора–Кулона даёт в π-плоскости неправильный шестиугольник, что лучше соответствует экспериментальным данным, но создаёт вычислительные трудности из-за угловых точек.

Окружность в π-плоскости — одновременно достоинство и недостаток модели. Изотропия упрощает программирование, но экспериментальные данные показывают, что прочность бетона при трёхосном расширении ($\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$) ниже, чем при трёхосном сжатии ($\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$), при одинаковом I_1. Критерий Друкера–Прагера не может отразить это различие.

Как отмечают Алехано и Бобет [5], при калибровке по данным трёхосного сжатия ($\sigma_2 = \sigma_3$) критерий даёт приемлемые результаты в окрестности этого режима. Однако по мере отличия σ_2 от σ_3 ошибка нарастает — модель систематически переоценивает прочность.

Преимущества и ограничения классической модели

Классическая модель Друкера–Прагера имеет ряд преимуществ, объясняющих её широкое распространение:

1. **Простота** — два параметра (λ, к) плюс упругие константы, определяемые из стандартных испытаний.
2. **Гладкость поверхности текучести** — отсутствие угловых точек упрощает численную реализацию в МКЭ.
3. **Учёт гидростатического давления** — модель правильно отражает рост прочности бетона при всестороннем сжатии.

Однако модель имеет и существенные ограничения:

1. **Переоценка влияния σ_2** — одинаковый вес σ_2 и σ_3 в инварианте J_2 приводит к завышению прочности при отклонении от трёхосного сжатия.
2. **Открытый конус** — при высоких давлениях модель предсказывает неограниченный рост прочности, тогда как бетон разрушается при конечных напряжениях.
3. **Чрезмерная дилатансия** — при ассоциированном законе течения модель даёт завышенное увеличение объёма при сдвиге.

Указанные ограничения стимулировали развитие двух направлений модификаций. Первое — введение капа (cap) — замкнутой поверхности, ограничивающей прочность при высоких давлениях и описывающей пластическое уплотнение. Второе — контроль дилатансии и переход к неассоциированному закону течения.

Проблема промежуточного главного напряжения

Как было показано в главе 1, критерий Друкера–Прагера даёт круговое сечение в π-плоскости, что означает одинаковую прочность материала при любых сочетаниях промежуточного σ_2 и минимального σ_3 главных напряжений, если первый инвариант I_1 остаётся неизменным. Однако многочисленные экспериментальные исследования на горных породах, бетонах и грунтах свидетельствуют об обратном.

Наиболее наглядно это ограничение иллюстрируется результатами полиаксиальных испытаний, когда все три главных напряжения независимо варьируются. В работе [5] приведены данные для доломита Даунхэма, которые показывают существенное влияние промежуточного главного напряжения на прочность. Аналогичное поведение характерно и для бетона.

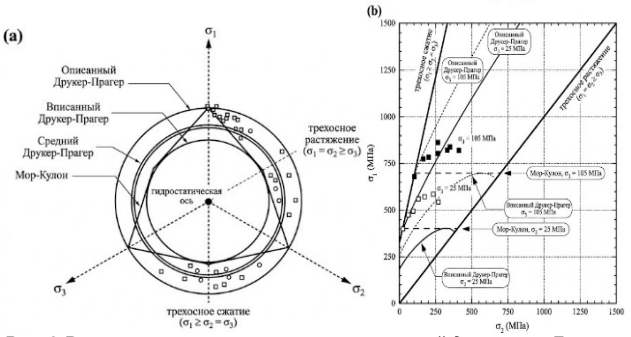


Рис. 2 Результаты полиаксиальных испытаний доломита Даунхэма [5]: a — данные в π-плоскости в сопоставлении с критериями Мора–Кулона и Друкера–Прагера; b — зависимость прочности от промежуточного главного напряжения σ_2 при фиксированных значениях σ_3=25 и 105 МПа.

Вывод для бетона: Поскольку бетон по своему поведению близок к скальным породам, можно ожидать аналогичного эффекта. При проектировании массивных бетонных конструкций, где реализуются сложные трёхосные напряжённые состояния, использование классического критерия Друкера–Прагера может приводить к неконсервативным оценкам прочности (завышению несущей способности).

Проблема открытого конуса при высоких давлениях

Классический критерий Друкера–Прагера (1.5) описывает конус, который остаётся открытым вдоль гидростатической оси. Это означает, что при увеличении всестороннего сжатия (росте I_1) требуемое для разрушения касательное напряжение J_2 неограниченно возрастает. Иными словами, теоретически материал может выдерживать бесконечно высокие давления без разрушения.

Реальные бетоны и горные породы ведут себя иначе. При достаточно высоких гидростатических давлениях происходит уплотнение материала, закрытие пор и микротрещин, после чего наступает разрушение при конечных значениях напряжений. Кроме того, при очень высоких давлениях наблюдается переход от хрупкого к пластическому поведению, и материал может течь без дальнейшего увеличения прочности.

Как отмечают Резенде и Мартин [10], это ограничение исходной модели стимулировало разработку кап-моделей (cap models), в которых конус Друкера–Прагера замыкается со стороны высоких давлений дополнительной поверхностью текучести — капом. Этот подход будет подробно рассмотрен в главе 3.

Проблема чрезмерной дилатансии

Третье ограничение классической модели связано с законом течения. При ассоциированном законе течения (пластический потенциал совпадает с поверхностью текучести) вектор пластических деформаций направлен по нормали к поверхности нагружения.

Для критерия Друкера–Прагера это приводит к значительной дилатансии — увеличению объёма при сдвиге. Как показано в [11], стандартные модели (ABAQUS) дают завышенное расширение материала. Аналогичная проблема характерна и для бетона.

При расчёте конструкций со сложным сдвгом (узлы ферм, зоны анкеровки) завышенная дилатансия ведёт к ошибочным оценкам трещинообразования и несущей способности. Эксперименты показывают, что реальная дилатансия бетона имеет предел. Необходим неассоциированный закон течения, где пластический потенциал отличается от поверхности текучести, а скорость дилатансии ограничена.

В работе [5] проведено сравнение критериев прочности (Мора–Кулона, Хука–Брауна, Друкера–Прагера и др.) на основе полиаксиальных испытаний. Критерий Друкера–Прагера дал наибольшие ошибки. Аналогичные выводы получены Аль-Аджми и Циммерманом [5].

Теоретический анализ Эви (1999) и Приста (2010) показал, что чрезмерная чувствительность критерия к σ_2 приводит к переоцениванию прочности пород [5]. Для бетона следует ожидать тех же закономерностей.

Кап-модель (Cap Model) для учёта сжимаемости бетона

Как показано в главе 2, классическая модель Друкера–Прагера имеет открытый конус — прочность неограниченно растёт с давлением. Для бетона это неверно: при высоких давлениях происходит уплотнение и разрушение при конечных напряжениях. Для устранения этого недостатка Друкер, Гибсон и Хенкель (1957) ввели кап — вторую поверхность текучести, замыкающую конус [6].

Структура кап-модели

Кап-модель включает три поверхности [10]:

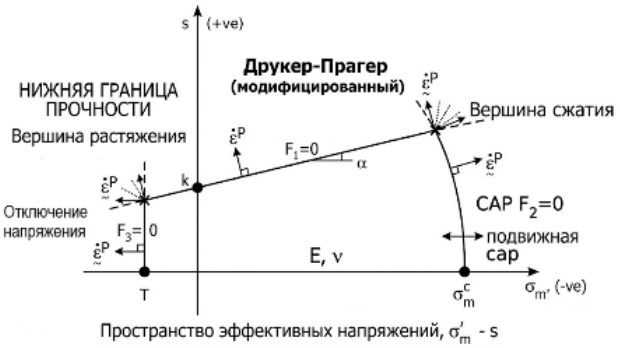


Рис. 3. Поверхности текучести кап-модели

Конус Друкера–Прагера

$$F_1 = \sqrt{J_2} - \alpha I_1 - \kappa = 0 \quad (3.1)$$

где α и k связаны с углом трения ϕ и сцеплением c формулами (1.7)–(1.8).

Кап (эллиптическая поверхность)

Кап описывается уравнением эллипса [10]:

$$F_2 = \left(\frac{I_1 - I_1^c}{R \cdot A}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{J_2}}{A}\right)^2 - 1 = 0 \quad (3.2)$$

где:

I_1^c - положение центра капа (эволюционирует с уплотнением);

$A = \kappa + \alpha I_1^c$ - вертикальная полуось;

R — коэффициент эксцентриситета (для бетона $R \approx 0{,}2\ldots0{,}5$)

Ключевая идея: Кап «наезжает» на конус. При уплотнении бетона кап сдвигается вправо (упрочнение), при дилатансии — влево (разупрочнение).

Закон упрочнения

Положение капа зависит от накопленной пластической объёмной деформации ϵ_v^p:

$$I_1^c = I_1^c\left(\epsilon_v^p\right) \quad (3.3)$$

Обычно — экспоненциальная зависимость, определяемая из испытаний на гидростатическое сжатие.

Поведение на вершине (конус + кап)

При одновременной активации обеих поверхностей возможны три режима [10]:

Режим	Объёмная деформация	Поведение
Сжатие	$\dot{\epsilon}_v < 0$	Упрочнение, кап вправо
Постоянный объём	$\dot{\epsilon}_v = 0$	Чистый сдвиг, напряжения постоянны
Расширение	$\dot{\epsilon}_v > 0$	Разупрочнение (потенциально неустойчиво)

Кап-модель устраняет проблему открытого конуса, но сохраняет проблему чрезмерной дилатансии на конусе Друкера–Прагера. Для её решения требуется модификация закона течения (глава 4).

Контроль дилатансии: модификация закона течения

В пластичности направление пластических деформаций определяется пластическим потенциалом G. Если $G=F$ (поверхность текучести), закон течения называется ассоциированным. Для бетона ассоциированный закон даёт завышенную дилатансию [11].

Решение: Использовать неассоциированный закон, где пластический потенциал отличается от поверхности текучести**.**

Подход Болтона для контроля дилатансии

Болтон (1986) предложил для песков **индекс дилатансии** I_R, который зависит от относительной плотности I_D и среднего эффективного давления p' [12]:

$$I_R - I_D\left(Q - \ln p'\right) - 1 \quad (4.1)$$

где $Q \approx 10$ - эмпирическая константа.

Скорость дилатансии (отношение приращений объёмной и сдвиговой деформаций) в пиковый момент:

$$D^p = -\frac{d\epsilon_v^p}{d\epsilon_q^p} = 0{,}3I_R \quad (4.2)$$

Для бетона этот подход адаптируется: вместо относительной плотности можно использовать показатель пористости или водоцементного отношения.

Модифицированный пластический потенциал

Чтобы ограничить дилатансию, пластический потенциал G_{st} на сдвиговой поверхности принимается в виде эллипса, но с ограничением [11]:

$$G_{st} = \left(\frac{p' - p_a}{\beta}\right)^2 + \left(\frac{q}{\alpha}\right)^2 - \epsilon = 0 \quad (4.3)$$

Ключевая модификация: При средних напряжениях ниже некоторого предела $p_{D_{\max}^p}$ эллипс заменяется прямой линией (вертикальной или наклонной), что предотвращает дальнейшее расширение материала.

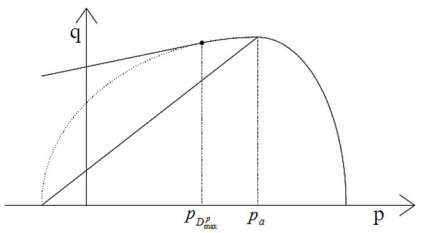


Рис. 4 - Двухсегментный пластический потенциал для контроля дилатансии: при $p' < p_{D_{\max}^p}$ потенциал – прямая линия (дилатансия огр

Закон упрочнения с ограничением

Размер поверхности текучести (положение капа) также ограничивается максимальным значением, зависящим от дилатансии [11]:

$$\left(\frac{p_a}{p'}\right)_{\max} = 1 + \frac{D^p}{\tan\phi_{\max}} \quad (4.4)$$

Это означает, что упрочнение прекращается, когда достигнуто предельное отношение p_a/p', определяемое пиковым углом трения ϕ_{max} и дилатансией.

Практическая реализация для бетона

Для использования модифицированной модели с контролем дилатансии требуются следующие параметры (помимо упругих констант и параметров конуса):

Параметр	Символ	Типичное значение для бетона B30	Способ определения
Эксцентриситет капа	R	0,3	Калибровка
Параметр Болтона	Q	8–10	Из испытаний
Начальная пористость (аналог I_D)	e_0	0,15–0,25	Из состава бетона
Модуль упрочнения	H	100–300	Из трёхосных испытаний

5. Заключение

Предложенная модифицированная кап-модель Друкера–Прагера с контролем дилатансии объединяет все рассмотренные улучшения: замкнутую поверхность текучести (кап) для учёта уплотнения при высоких давлениях и неассоциированный закон течения с ограничением дилатансии для реалистичного описания объёмных деформаций при сдвиге.

Модификация закона течения с контролем дилатансии по Болтону позволяет:

- Устранить нефизичное расширение материала при сдвиге.
- Описывать поведение бетона в широком диапазоне давлений и плотностей.
- Реализовать модель в конечно-элементных пакетах

Литература

1. Друкер Д.К., Прагер У. Механика грунта и пластический анализ или предельный расчет // Ежеквартальный журнал прикладной математики. — 1952. — Том 10. — С. 157–165.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. — Киев: Наукова думка, 1988. — 736 с.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 588 с.
4. Надаи А. Теория течения и разрушения твёрдых тел. Том 1. — Нью-Йорк: Макгроу-Хилл, 1950. — 572 с.
5. Алехано Л.Р., Бобет А. Критерий Друкера–Прагера // Rock Mechanics and Rock Engineering. — 2012. — Том 45. — С. 995–999.
6. Друкер Д.К., Гибсон Р.Е., Хенкель Д.Дж. Механика грунтов и теории пластического упрочнения // Труды Американского общества гражданских инженеров. — 1957. — Том 122. — С. 338–346.
7. Сэндлер И.С., ДиМаджио Ф.Л., Балади Г.Ю. Обобщённая кап-модель для геологических материалов // Журнал геотехнического отдела ASCE. — 1976. — Том 102, № GT7. — С. 683–699.
8. Сэндлер И.С., Рубин Д. Алгоритм и модульная подпрограмма для кап-модели // Международный журнал численных и аналитических методов в геомеханике. — 1979. — Том 3. — С. 173–186.
9. Батэ К.Дж., Снайдер М.Д., Чименто А.П., Рольф В.Д. О некоторых современных процедурах и трудностях в конечно-элементном анализе упругопластического поведения // Компьютеры и конструкции. — 1980. — Том 12. — С. 607–624.
10. Резенде Л., Мартин Дж.Б. Формулировка кап-модели Друкера–Прагера // Журнал инженерной механики ASCE. — 1985. — Том 111, № 7. — С. 855–881.
11. Эскандари Ф., Филлипс Р., Хавлейдер Б. Модифицированная кап-модель Друкера–Прагера с параметром состояния // Труды 64-й Канадской геотехнической конференции. — 2011. — С. 1–8.
12. Болтон М.Д. Прочность и дилатансия песков // Геотехника. — 1986. — Том 36, № 1. — С. 65–78.

Modified Drucker-Prager model for the analysis of stress-strain state of concrete structures

Askerov R.S., Ivanov M.S., Galiev I.A., Nezhurin E.A.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

The article analyzes the classical Drucker–Prager model in relation to the description of concrete behavior under complex three-axis stress conditions. The main invariant formulations of the criterion, the relationship of its parameters with the angle of internal

friction and the adhesion of concrete are considered. The key limitations of the classical model are revealed: overestimation of the effect of the intermediate main stress, lack of strength limitation at high hydrostatic pressures (open cone) and excessive dilatation when using the associated flow law. To eliminate these disadvantages, a cap model is presented that closes the Drucker-Prager cone at high pressures and allows describing the plastic sealing of the material. A modification of the flow law based on the Bolton approach is proposed, limiting the dilatation rate through the dilatation index. Practical recommendations on determining model parameters for concrete of various grades are given.

Keywords: Drucker–Prager model, cap model, dilatation, unassociated flow law, triaxial stress state, plastic sealing, finite element modeling.

References

1. Drucker D.K., Prager U. Soil mechanics and plastic analysis or marginal calculation // Quarterly Journal of Applied Mathematics. 1952. Volume 10. pp. 157-165.
2. Pisarenko G.S., Yakovlev A.P., Matveev V.V. Handbook of resistance of materials. — Kiev: Naukova dumka, 1988. — 736 p.
3. Feodosiev V.I. Resistance of materials. Moscow: Bauman Moscow State Technical University, 2016. 588 p.
4. Nadai A. Theory of flow and destruction of solids. Volume 1. New York: McGraw—Hill, 1950. 572 p.
5. Alejano L.R., Bobet A. The Drucker–Prager Criterion // Rock Mechanics and Rock Engineering. - 2012. — Volume 45. — pp. 995-999.
6. Drucker D.K., Gibson R.E., Henkel D.J. Mechanics of soils and theories of plastic hardening // Proceedings of the American Society of Civil Engineers. 1957. Volume 122. pp. 338-346.
7. Sandler I.S., DiMaggio F.L., Baladi G.Y. Generalized cap model for geological materials // Journal of the Geotechnical Department of ASCE. — 1976. — Volume 102, No. 127. — pp. 683-699.
8. Sandler I.S., Rubin D. Algorithm and modular subroutine for the cap model // International Journal of Numerical and Analytical Methods in Geomechanics. 1979. Volume 3. pp. 173-186.
9. Bate K.J., Snyder M.D., Cimento A.P., Rolf V.D. On some modern procedures and difficulties in the finite element analysis of elastoplastic behavior // Computers and Constructions. — 1980. — Volume 12. — pp. 607-624.
10. Rezende L., Martin J.B. Formulation of the Drucker-Prager cap model // Journal of Engineering Mechanics ASCE. — 1985. — Volume 111, No. 7. — pp. 855-881.
11. Escandari F., Phillips R., Havleider B. Modified Drucker-Prager cap model with a state parameter // Proceedings of the 64th Canadian Geotechnical Conference. — 2011. pp. 1-8.
12. Bolton M.D. Strength and dilatation of sands // Geotechnics. - 1986. — Volume 36, No. 1. — pp. 65-78.

Влияние металлических конструкций на архитектуру выставочных павильонов

Беленя Илья Максимович
старший преподаватель кафедра «Архитектура», Московский государственный строительный университет, ilya_project@mail.ru

Целью статьи стало выявление основных приемов создания архитектуры выставочных павильонов с применением металлических конструкций. Рассмотрены объекты, в которых металлические элементы влияют не только на фасады здания, но и становятся главным фактором в формировании архитектурного облика объектов данной типологии. Прослеживается историческое развитие традиционных форм выставочных павильонов и их формообразования. Рассмотрены примеры из зарубежной и российской практики.
В статье акцентирована роль современных инженерно-строительных решений в расширении спектра приемов, влияющих на внешний облик выставочных павильонов.
Уделено внимание новым технологическим решениям, связанным с аспектами устойчивого развития архитектуры, таким как, энергоэффективность и способность к трансформации внешнего облика.
В завершении статьи сделан прогноз новых тенденций в архитектуре выставочных павильонов, а также предложены рекомендации к применению современных архитектурно-строительных решений с использованием металлических конструкций для создания гармоничного облика выставочных павильонов.
Ключевые слова: выставочные павильоны, металлические конструкции, трансформация, внешний облик, архитектурно-строительные решения, формообразование, фасад, устойчивое развитие, новые тенденции в архитектуре.

Темой статьи выбрана архитектура выставочных павильонов с использованием металлических конструкций во внешнем облике. Появившись изначально для экспонирования достижений в различных областях техники, науки, народного хозяйства, архитектура выставочных павильоны всегда несла черты передовых веяний архитектурной моды. Внешний облик был призван раскрывать и соответствовать внутреннему содержанию выставки. Наряду с эстетической выразительностью, архитектура выставочных павильонов с использованием металла также способствовала появлению и развитию новых технологических решений. Многие выставочные здания впоследствии вошли в ряд выдающихся построек.

Появление первых выставочных павильонов с применением металлических конструкции связано с всемирными выставками, проходившими в Европе в конце 19 в. Наиболее известные из них проходили в Лондоне и Париже и были представлены такими объектами, как «Галерея Машин», «Эйфелева башня», в отечественной практике наиболее известной стала Всероссийская художественная и промышленная выставка в Нижнем Новгороде в 1896 году. Главными фигурами среди авторов павильонов с новыми конструкциями были инженер-архитектор Шухов В.В. и инженер Бари А.В. Этот период принято считать началом появления выставочного павильона, как отдельного вида в архитектурной типологии зданий.

В первой половине 20 в. типология выставочных павильонов расширилась, вместе с развитием архитектурных стилей. Характерными для начала века стали постройки в стилистике функционализма. Архитектурные формы павильонов стали более подчиненными их назначению, следуя функционально-планировочной схеме расположения помещений, оконные проемы увеличились по габаритам, сменяясь прозрачной стеной-экраном.

Наиболее яркие представители направления являются Ле Корбюзье (павильон Международной выставки декоративного искусства в Париже, 1925г.) и Мисс Ван Дер Роэ. В их проектах несущие колонны металлокаркаса располагаются за стеклянной плоскостью фасада, архитектура павильонов становится более прозрачной, границы экспозиционного пространства стираются.

В отечественной архитектуре в это время работали конструктивисты. К средине 20 в. назначение выставочных павильонов стало более широким. Появляются выставочные павильоны универсального назначения, в которых проводятся выставки различных тематик.

В 30-40 гг. продолжилось развитие принципов первой волны функционализма. Применение крупных несущих ферм, массивных балок позволяло увеличить размеры пролетов. В то же время укрупненные несущие элементы каркаса здания и его покрытия все чаще стали использоваться для создания внешнего облика здания.

Период 50-60 гг. 20 в. можно отметить, как этап угасания интереса к использованию металла в архитектуре выставочных павильонов.

С появлением стиля Хайтек в конце 60-70 гг. и с его развитием в 90 гг., интерес к металлическим конструкциям вновь усилился. Характерными чертами стиля стало привлечение к созданию образа здания инженерных коммуникаций, которые вывели на фасад. Этими элементами стали трубы коммуникаций, лестницы и прочие элементы инженерных систем (Центр искусств им. Жоржа Помпиду. Архитекторы Ренцо Пиано и Ричард Роджерс, 1971–1977 г.)

Начало 21 века поставило новые вопросы перед архитекторами. Решения проблем экологии, уменьшение вредного воздействия здания на среду, планирование жизненного цикла здания, его адаптация к среде, сохранение ресурсов, способность к трансформации как внешней, так внутренней. Все эти вопросы потребовали выработки нового подхода с вектором «устойчивого развития».

Как ранее, так и в современной ситуации выставочные павильоны продолжают быть выразителями последних тенденция в развитии архитектурно-строительных технологий, а также трендов в архитектуре.

Дальнейшим развитием типологии стали крупные выставочные центры, представляющие собой целые комплексы, состоящие из нескольких павильонов. Такие сооружения позволяют проводить крупные выставки целых отраслей науки, промышленности. Типология выставочных центров развивалась параллельно с торговыми моллами. Комплексы зданий занимают целые кварталы, совмещая функции торговли и выставок.

В связи с укрупнением объемов зданий, следует упомянуть еще один из аспектов развития выставочной архитектуры, это использование и по-

стоянное совершенствование большепролетных конструкций. Увеличение размеров павильонов требует увеличения размеров безпролетных пространств. Значительное влияние на архитектуру выставочных павильонов оказало развитие большепролетных конструкции в промышленной архитектуре начала 19в. и в особенности начала 20 в., именно там требовались большие пролеты для производства.

В архитектуре функционализма в постройках Мис Ван Дер Роэ укрупненные конструкции ферм и увеличенные в сечении стойки несущего каркаса способствовали увеличению поперечных пролетов зданий, одновременно создавая новую архитектуру внешнего облика.

В стилистике Хайтека, укрупнение шага и размера в сечении конструкций оболочковых и ствольных зданий, также создавало новое восприятие фасадов. Такие архитектурно-конструктивные приемы, как системы подвешенных этажей к несущим конструкциям балок и ферм также способствовали увеличению пролетов внутри зданий.

Рассмотрим актуальные тенденции последних лет в архитектуре выставочных павильонов. Общая тенденция к трансформации пространства затронула и архитектуру выставочных павильонов, что достигается созданием зданий, способных менять выставочное пространства для различных мероприятий. Также характерным для современных выставочных зданий является внешняя трансформация образа. Достигается с помощью кинетических конструкций, всевозможных движущихся металлических элементов фасада (пластины, жалюзи, элементы оболочки).

К изменению внешнего облика привлекаются медиа-конструкции, в том числе на основе освещения и металлических конструкций, позволяющие не только нести информацию на фасаде здания, но и менять восприятие композиции фасада в различное время суток.

В статье применены следующие методы. Обзор существующих объектов, изучение проектных решений выставочных павильонов с применением металлических конструкций.

Хрустальный дворец на всемирной выставке в Великобритании, в г. Лондон, автор инженер Д. Пекстон, стал одним из первых крупных сооружений среди выставочных павильонов. Дворец состоял из повторяющихся металлических секций, что позволило возвести его за считанные месяцы.

В архитектуре здания использована каркасная система. Смешанный каркас соединил в себе различные материалы: деревянные рамы, металлические балки и чугунных опорные колонны, фасадное и кровельное ограждение (листовое стекло). Характерный облик здания создают арочные конструкции и ритм несущих колонн на фасаде. Хрустальный дворец стал одним из главных символов архитектуры выставочных павильонов (Рис. 1а.).

Одним из главных событий в становлении архитектуры выставочных павильонов в России стала XVI Всероссийская промышленная и художественная выставка 1896 года в Нижнем Новгороде, превосходившей даже Всемирную выставку 1889 года в Париже. На выставке были представлены постройки инженера Владимира Шухова. Среди главных построек инженера на выставке: водонапорная башня и павильоны с лёгкими перекрытиями, одним из них был павильон «Дополнительного здания машинного отдела», а также «Ротонда Шухова» и другие постройки. Дополнительное здание машинного отдела было трехпролетным павильоном, полностью на металлическом каркасе с арочным покрытием каждого пролета. Витражи заполнения внешних стен придавали зданию легкий, воздушный вид. (Рис. 1в.).

Рис. 1. а) Хрустальный дворец. 1851 г. Великобритания, Лондон 1851 г., инж. Д. Пекстон; в) Здание фабрично-заводского отдела, инж. В. Г. Шухов 1896 г.

Павильон Ле Корбюзье на Международной выставке декоративного искусства в Париже, 1925 г. (Рис. 2а.) Открытая планировка стала характерной чертой здания. Для реализации идеи прозрачности объема использованы армированный бетон, сталь и стекло. Фасад Краун Холла Иллинойсского технологического института, архитектора Мисс Ван Дер Роэ выполнен в виде витражного стекла, ритм вертикальных элементов создают стальные колонны и импосты. Крыша опирается на четыре балки-фермы, возвышающиеся над отметкой фасада и перерезающие прямоугольный объем здания. Автор создал пространство открытой планировки; без внутренних колонн. Рис. 2в. Архитектура павильонов становится более прозрачной, границы экспозиционного пространства стираются.

Рис. 2. а) Павильон Международной выставки декоративного искусства. Париж, 1925. Ле Корбюзье. г. в) Павильон Краун Холла Иллинойсского технологического института, 1938 г. Мис ван дер Роэ

Одной из главных достопримечательностей ЭКСПО 1967г. был геодезический купол, созданный американским изобретателем Ричардом Бакминстером Фуллером. Сферическая конструкция имела запатентованную поверхность с триангуляцией, что придавало ей сверхпрочность. Рис. 3

Рис. 3 Павильон США, Всемирная выставка 1967 года, Монреаль

Идея авторов Центра искусств им. Жоржа Помпиду, архитектора Ренцо Пиано и Ричарда Роджерса была вынести наружу здания все технических конструкций (фермы, трубы коммуникаций, эскалаторы и лифты), что позволило освободить площади и создать эффект свободной планировки. Несущие конструкции выкрашены белым цветом, коммуникации — синим, зелёным, жёлтым, а эскалаторы и лифты — красным. Рис. 4.

В период с середины 70-х гг. 20 в. до начало 10-х гг. этого века интерес к всемирным выставкам постепенно ослабевал. Всемирная выставка-2010 в Шанхае привлекла к себе повышенное внимание, Шанхай предстал как «мировая столица», и место проведения выставки.

Интерактивные фасады украшают павильон Информации и коммуникаций, построенный по заказу крупнейших китайских операторов связи, и Magic Box, посвященный китайской государственной компании State Grid (проект Atelier Brückner, Штутгарт). Рис.5.

Рис. 4. Центра искусств им. Жоржа Помпиду Архитектор. Ренцо Пиано и Ричард Роджерс. 1971–1977 гг.

Рис. 5. а) Павильон Magic Box, китайской государственной компании State Grid, архитектор Atelier Brückner, Штутгарт). в) Павильон Информации и коммуникаций, возведенный по заказу ведущих китайских операторов мобильной связи.

Первая выставка на Ближнем Востоке, прошла с 1 октября 2021 года по 31 марта 2022 года. Тема выставки — «Соединяя умы, создавая будущее», а три ее подтемы — «Возможности», «Мобильность» и «Устойчивое развитие», посвящены стремлению сделать мир более справедливым и поиску совместных решений глобальных проблем.

Один из главных объектов, относящихся к экологическому сегменту выставки Terra, стал павильон Устойчивое развитие, авторы проекта - бюро Николаса Гримшоу. Форма представляет собой огромную наклонную воронку, вокруг которой расположены объекты в форме «цветов» меньшего размера. Представленные в комплексе сооружения используют накапливают солнечную энергию, и собирают дождевую воду и конденсат. Благодаря своим свойствам зданию присвоен сертификат LEED. Гигантская воронка видна с разных точек выставки. Рис. 6.

Павильон Mobility (Alif), авторы бюро Нормана Фостера. Форма здания символизирует гигантский трилистник, основной фасадный элемент-спиралевидные уступы металлических выносов. Коническая форма объемов здания создает большую тень, которая падает на амфитеатры. Рис. 7.

Заказчиком проекта Культурного центра «Чжанбэйский мираж» в Чжанцзякоу (Рис.8.) стала ассоциация сельской модернизации провинции Хэбей: основной задачей организации является оживление депрессивных деревень и территорий. В новом сооружении Культурного центра «Чжанбэйский мираж» расположится местное отделение организации, которое сосредоточит свои усилия на развитие региона агрокомплекса. Вытянутый объем культурного центра выполнен из бетона и для большей выразительности поднят на опоры. Главным архитектурным элементом внешнего образа стал объемный стальной каркас, имеющий сложную форму, он придает ей геометрический силуэт. Особый эффект создает подсветка, она встроена в стержни металлического каркаса структурной оболочки из квадратных ячеек.

С учетом собранного материала можно определить основные тенденции в развитии архитектуры выставочных павильонов с использованием металла.

Изменяемость внешнего образа архитектурных сооружений. Как уже выше было написано, выставочные павильоны, как правило, выражают яркую идею, связанную с тематикой выставки, через свой внешний образ. Здание является началом презентации.

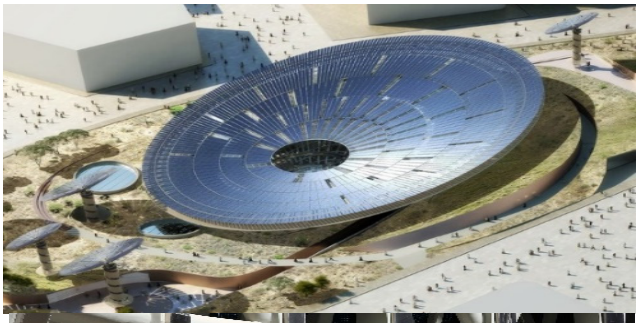


Рис. 6. Ustainability (Устойчивое развитие). бюро Николаса Гримшоу. Grimshaw Architects. 2020. Дубай, ОАЭ.

Рис. 7. Павильон Mobility, или Alif, бюро Нормана Фостера 2020. Дубай, ОАЭ.

Рис. 8. Культурный центр «Чжанбэйский имираж», 2025, с. Чжанцзякоу. Büro Ziyu Zhuang — BUZZ Puri Lighting Design.

Одним из способов передачи информации через внешний образ здания являются кинетические конструкции. Эти конструкции характеризуются возможностью изменения положения элементов фасадной оболочки здания. К этой группе относятся всевозможные ламели, жалюзи, подвижные панели. Как правило за внешней оболочкой расположен стеклянный фасад. Роль таких конструкций многогранна.

Одним из важных аспектов изменения фасадной конструкции является степень открытости здания внешней среде. В положении, когда элементы открыты, фасад выставочного павильона становится витриной,

расположенной внутри выставки, а также способствует большей интеграции объекта в окружающую среду.

Различное положение элементов меняет композицию фасада, как на мелком, так и на среднем уровне восприятия. Ритмично чередуя открытые и закрытые участки фасада смежных ячеек, можно создать сложный ритм элементов фасада на мелком уровне восприятия. Чередуя закрытые и открытые элементы на значительной плоскости по вертикали или по горизонтали, можно создавать средний и крупный масштаб фасадной композиции.

Механическое управление элементами оболочки фасада способствует изменению инсоляции внутри здания. Некоторые группы помещений, такие как подсобные и складские, всевозможные технические помещения, не требуют инсоляции. В то время, как офисы, шоурумы и выставочные залы могут использовать «умное» управление инсоляцией здания, в зависимости от времени года или режима эксплуатации.

Медиа составляющая во внешнем облике. С увеличением в нашей жизни роли информации о тех или иных продуктах, совершенствуются и способы ее подачи. Все больше данных мы получаем через интернет, с помощью электронных носителей. Расширение цифрового пространства, - цифровизация также коснулось архитектуры. Здания выставочных павильонов среди первых стали носителями цифровой, медиа информации. Роль медиа-средств имеет различные формы выражения. Роль элементов Медиа в архитектуре павильонов можно условно разделить на два типа: носителей информации и на средства усиления художественной выразительности.

К средствам передачи информации относятся всевозможные экраны, отдельные элементы фасада или целые плоскости, обладающие достаточной пиксельностью для создания изображений или текстов с целью передачи информации.

Медиа-элементы могут нести эстетическую нагрузку. Модули, выполненные в форме интересных архитектурных деталей, панели всевозможной формы, способствуют созданию рисунка плоскости фасада. Световые элементы, подобно кинетическим чешуйкам фасадов в состоянии менять пространственное восприятие здания. В мелком масштабе, частый ритм чередующихся светящихся модулей фасада создает пеструю ткань. Для создания элементов среднего и крупного уровня членений композиции фасада используются большие площади медиа фасадов, создающие крупные однородные световые пятна.

Технологические фасадные решения, направленные на повышение энергоэффективности здания. Многослойные фасады с отдельной оболочкой внешнего слоя увеличивают общую энергоэффективность конструкции, создавая буферную зону между слоями, работающую по принципу термоса. Кинетические фасады в закрытом положении, значительно сокращают потери тепла внешнего слоя, что повышает энергоэффективность здания и уменьшает затраты на эксплуатацию.

Управление фасадами происходит механизировано с помощью датчиков, которые отслеживают изменения внешнего климата.

Отдельная группа фасадных решений способствует генерации солнечной энергии и накоплению ее для жизнеобеспечения систем здания, такие решения значительно сокращают внешнее потребление электроэнергии. Элементы некоторых видов медиафасадов в дневное время могут работать как аккумуляторы, накапливая электроэнергию для обеспечения работы фасада в темное время суток.

Рассмотрим актуальные тенденции последних лет в архитектуре выставочных павильонов. Общая тенденция к трансформации пространства затронула и архитектуру выставочных павильонов, что достигается созданием зданий, способных менять выставочное пространства для различных мероприятий. Характерным для современных выставочных зданий является внешняя трансформация образа. Достигается с помощью кинетических конструкций, всевозможных движущихся металлических элементов фасада (пластины, жалюзи, элементы оболочки).

К изменению внешнего облика привлекаются медиа-конструкции, в том числе на основе освещения и металлических конструкций, позволяющие не только нести информацию на фасаде здания, но и менять восприятие композиции фасада в различное время суток.

Заключение

Процессы в области фасадных конструкций выставочных павильонов продолжаю оставаться площадкой для внедрения передовых и интересных решений. Благодаря кинетическим свойствам, фасад становится самостоятельным архитектурно-конструктивным элементом, способным менять внешний облик здания.

Современные медиа технологии включают архитектуру выставочных павильонов в интерактивное пространство. Благодаря медиа оболочкам здание становится носителем информации. Выставочные павильоны получают возможность менять внешний образ в зависимости от времени суток, становясь доминантой или вписываясь в среду, а также в зависимости от характера проходящих мероприятий.

В значительной степени именно благодаря металлическим конструкциям стали возможны вышеописанные трансформации конструкций: увеличение пролетов, увеличение расстояние между несущими элементами фасада, облегчение конструкций, усложнение ритма и шага, выделение фасада в отдельный слой-оболочку, способность к кинетическим изменениям.

Умные технологии (кинетические фасады, медиа элементы, инновационные материалы) позволяют сделать фасад эффективным инструментом управления энергоэффективностью объекта. Таким образом, современные фасадные решения становится не только элементом создания внешнего образа здания, но и эффективным инструментом управления системами, влияющим на весь жизненный цикл здания.

Литература

1. Иевлева О.Т., Першонков А.А. Влияние функционального назначения зданий на формирование исторической архитектуры Европы // Инженерный вестник Дона, 2025, №6. https://www.ivdon.ru/back_media/uploads/article/pdf/IVD_54N6y25_pershonkov_iyevleva.pdf_e836588ccc.pdf
2. Пименова Е.В., Демидова Л.М. Динамическая архитектура: трансформация фасадов общественных зданий // Инженерный вестник Дона, 2017, №1. https://www.ivdon.ru/back_media/uploads/article/pdf/IVD_133_Pimenova.pdf_1677d59e28.pdf
3. Цели в области устойчивого развития. Сайт ООН. https://www.un.org/ sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/
4. Интерьер+Дизайн. Expo 2020: 10 самых интересных павильонов. https://www.interior.ru/architecture/4948-expo-2020-10-samykh-interesnykh-pavilonov.html
5. К юбилею Выставки 1925 года в Париже. https://archi.ru/elpub/92102/k-yubileyu-vystavki--goda-v-parizhe?ysclid=mn1lygb38c816180505
6. Архи.ру. Со всего мира по павильону. Часть I. https://archi.ru/world/24415/so-vsego-mira-po-pavilonu-chast-i
7. Татлин.ру Мис ван дер Роэ. Тайны барселонского павильона. https://tatlin.ru/articles/mis_van_der_roe_tajny_barselonskogo_pavilona?ysclid=mn1luolty4932058791
8. Pavilions from World Expos 1851-2021. Expo 2020: 10 самых интересных павильонов. https://artsandculture.google.com/story/8gXB5ZW jmuyElg
9. Проект выставки Китая на ЭКСПО-2010. http://www.intelros.ru/subject/karta_bud/gumteh/expo_2010/4169-proekt-vystavki -kitaja-na-jekspo-2010.html
10. Архи.ру. Павильон России на всемирной выставке ЭКСПО 2020 в Дубае. https://archi.ru/projects/world/17211/pavilon-rossii-na-vsemirnoi-vystavke-ekspo--v-dubae
11. Архи.ру. Культурный центр «Чжанбэйский мираж». https://archi.ru/projects/world/20348/kulturnyi-centr-chzhanbeiskii-mirazh

The Impact of Metal Structures on Exhibition Pavilion Architecture

Belenia I.M.
Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The purpose of this article is to identify the main techniques for creating exhibition pavilion architecture using metal structures. This article examines projects in which metal elements not only influence the building's facades but also become a key factor in shaping the architectural appearance of these buildings. The article traces the historical development of traditional exhibition pavilion forms and their design. Examples from international and Russian practice are considered.

The article emphasizes the role of modern engineering and construction solutions in expanding the range of techniques influencing the appearance of exhibition pavilions.

Attention is paid to new technological solutions related to aspects of sustainable architectural development, such as energy efficiency and the ability to transform appearance.

The article concludes with a forecast of new trends in exhibition pavilion architecture and recommendations for the application of modern architectural and construction solutions using metal structures to create a harmonious appearance for exhibition pavilions.

Keywords: exhibition pavilions, metal structures, transformation, exterior appearance, architectural and construction solutions, form-building, façade, sustainable development, new architectural trends.

References

1. Ievleva O.T., Pershonkov A.A. The influence of the functional purpose of buildings on the formation of historical architecture in Europe // Inzhenernyj vestnik Dona, 2025, №6. https://www.ivdon.ru/back_media/uploads/article/pdf/IVD_54N6y25_pershonkov_iyevleva.pdf_e836588ccc.pdf
2. Pimenova E.V., Demidova L.M. Dynamic architecture: transformation of facades of public buildings // Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №1. https://www.ivdon.ru/back_media/uploads/article/pdf/IVD_133_Pimenova.pdf_1677d59e28.pdf
3. Sustainable Development Goals. https://www.un.org/sustainabledevelopment /ru/sustainable-development-goals/

Оптимизация организационно-технологических решений при реконструкции жилых зданий в условиях плотной городской застройки

Березкин Иван Дмитриевич
студент, НИУ МГСУ, ivan.berezkin.2004@mail.ru,

Карачаева Нелли Даниловна
студент, НИУ МГСУ, nelka0417@mail.ru,

Смирнов Георгий Дмитриевич
студент, НИУ МГСУ, smirnovgeorgij0@gmail.com,

Земских Ксения Андреевна
студент, НИУ МГСУ, Kzemskih@yandex.ru,

Бидов Тембот Хасанбиевич
кандидат технических наук, доцент, НИУ МГСУ, BidovTB@mgsu.ru

В статье рассматриваются вопросы оптимизации организационно-технологических решений при реконструкции жилых зданий в условиях плотной городской застройки. Исследованы основные факторы, осложняющие производство строительно-монтажных работ в стеснённых условиях городской среды, включая ограниченность строительной площадки, необходимость обеспечения безопасности окружающей застройки, ограничения по транспортной логистике, шумовому и вибрационному воздействию. Проанализированы современные подходы к организации строительного производства при реконструкции объектов жилищного фонда с учётом требований нормативно-технической документации, в том числе положений СП 48.13330.2019, СП 301.1325800.2017 и действующих государственных стандартов. Предложены направления совершенствования организационно-технологических решений, основанные на оптимизации строительного генерального плана, календарного планирования, применении мобильных средств механизации, индустриальных методов реконструкции и цифровых технологий управления строительством. Установлено, что комплексное внедрение предложенных мероприятий позволяет сократить продолжительность реконструкционных работ, повысить безопасность строительного производства и минимизировать негативное воздействие на окружающую городскую среду. Результаты исследования могут быть использованы при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ при реконструкции объектов жилищного фонда в условиях сложившейся городской застройки.

Ключевые слова: реконструкция жилых зданий, плотная городская застройка, организационно-технологические решения, организация строительства, строительный генеральный план, календарное планирование, стеснённые условия строительства, реконструкция городской застройки, строительное производство, эффективность реконструкции.

Современное развитие городских территорий характеризуется ограниченностью свободных земельных участков, высокой стоимостью нового строительства и необходимостью повышения эффективности использования существующего жилищного фонда. В этих условиях реконструкция жилых зданий становится одним из ключевых направлений градостроительного развития, позволяющим продлить жизненный цикл зданий, повысить их эксплуатационные характеристики и адаптировать застройку к современным требованиям без масштабного освоения новых территорий. Особую сложность представляет выполнение реконструкции в условиях плотной городской застройки, где производство строительно-монтажных работ сопряжено с рядом организационных, технологических, транспортных и экологических ограничений. В связи с этим задача оптимизации организационно-технологических решений приобретает особую научную и практическую значимость.

Согласно положениям СП 48.13330.2019 «Организация строительства», при выполнении реконструкции объектов капитального строительства необходимо обеспечивать технологическую эффективность, безопасность и экономическую оптимизацию строительного процесса с учётом условий существующей застройки и особенностей эксплуатации прилегающих территорий. Специфика реконструкции жилых зданий в сложившейся городской среде заключается в необходимости одновременного соблюдения требований безопасности, непрерывного функционирования городской инфраструктуры, минимизации негативного воздействия на окружающую застройку и сохранения нормативных условий проживания населения.

Плотная городская застройка существенно ограничивает возможности традиционной организации строительного производства. Недостаточность площадей для размещения временных зданий и сооружений, невозможность свободного маневрирования строительной техники, ограничения по шуму и вибрациям, необходимость обеспечения транспортной доступности и пожарных проездов создают дополнительные условия, требующие разработки специальных организационно-технологических решений. Как отмечается в современных исследованиях по реконструкции городской застройки, эффективность строительного производства в подобных условиях определяется не только техническими параметрами применяемых технологий, но и качеством организационного моделирования строительного процесса.

Одним из основных направлений оптимизации организационно-технологических решений при реконструкции жилых зданий является совершенствование подготовки строительной площадки. На стадии организационно-технологического проектирования особое значение приобретает детальное обследование территории, включающее анализ транспортных потоков, инженерных коммуникаций, плотности окружающей застройки, геотехнических условий и режима эксплуатации соседних объектов. Результаты предпроектного анализа позволяют определить допустимые зоны размещения временной инфраструктуры, маршруты движения техники, зоны складирования материалов и параметры временных ограждающих конструкций. По данным исследований в области организационно-технологической подготовки реконструкции, качественная предпроектная проработка позволяет сократить продолжительность реконструкции на 10–15 % и снизить затраты на организацию строительной площадки до 12 %.

Ключевым инструментом оптимизации выступает разработка строительного генерального плана, адаптированного к условиям ограниченного пространства. При этом приоритет должен отдаваться решениям, предусматривающим минимизацию площади строительной площадки за счёт применения мобильных инвентарных сооружений, контейнерных бытовых комплексов, компактных складских систем и поэтапного перемещения временной инфраструктуры по мере развития фронта работ. СП 48.13330.2019 устанавливает, что размещение временных объектов должно осуществляться с учётом рациональной организации строительных потоков, требований охраны труда и пожарной безопасности.

Значительный резерв повышения эффективности реконструкции связан с выбором рациональных методов механизации строительных процессов. В условиях плотной городской застройки применение крупногабаритной техники часто оказывается невозможным либо экономически нецелесообразным. Это обусловливает необходимость использования малогабаритных машин, мобильных кранов, телескопических

подъёмников, мини-экскаваторов и специализированных механизмов с пониженным уровнем шума и вибраций. В ряде случаев более эффективным становится отказ от башенных кранов в пользу автомобильных и самоходных кранов с поэтапным переставлением, что позволяет сократить площадь опасных зон и повысить гибкость организации монтажных работ.

Особое значение в процессе реконструкции жилых зданий приобретает оптимизация календарного планирования. В отличие от нового строительства, реконструкция характеризуется высокой степенью неопределённости, обусловленной возможным выявлением скрытых дефектов конструкций, расхождением фактического состояния объекта с проектной документацией и необходимостью оперативного внесения изменений в проектные решения. В этих условиях традиционные линейные календарные графики недостаточно эффективны. Наиболее рациональным представляется применение сетевых моделей планирования и BIM-технологий, позволяющих формировать динамические организационно-технологические модели с возможностью корректировки последовательности работ в реальном времени. СП 301.1325800.2017 рекомендует использовать информационное моделирование при организации строительного производства для повышения точности планирования и координации участников строительства.

Одним из важнейших факторов оптимизации является рациональное зонирование строительной площадки и деление объекта реконструкции на технологические захватки. При реконструкции многоквартирных жилых домов в условиях сохранения частичной эксплуатации здания либо без отселения жильцов требуется поэтапная организация работ с выделением локальных участков производства, что позволяет обеспечить непрерывность жизнедеятельности объекта и снизить социальную напряжённость. Подобный подход требует разработки детальных графиков совмещения строительных процессов, инженерного обеспечения временных отключений коммуникаций и организации безопасных маршрутов передвижения жильцов.

Существенным направлением повышения эффективности является индустриализация реконструкционных процессов за счёт применения сборных и модульных конструктивных элементов. Использование укрупнённых монтажных блоков, фасадных панелей заводской готовности, модульных инженерных узлов и предсобранных металлоконструкций позволяет сократить трудоёмкость работ на строительной площадке, уменьшить продолжительность монтажных операций и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду. Исследования показывают, что применение индустриальных технологий при реконструкции позволяет снизить продолжительность строительно-монтажных работ на 20–25 % по сравнению с традиционными методами.

Важным аспектом оптимизации организационно-технологических решений является обеспечение геотехнической безопасности окружающей застройки. Производство реконструкционных работ, связанных с усилением фундаментов, устройством подземных помещений, изменением нагрузок на основание или перепланировкой несущих конструкций, должно сопровождаться постоянным мониторингом технического состояния соседних зданий. Применение систем геодезического и деформационного мониторинга позволяет своевременно выявлять отклонения и корректировать технологию производства работ. По данным современных исследований, внедрение комплексного мониторинга снижает риск аварийных деформаций окружающей застройки более чем на 40 %.

Неотъемлемой частью оптимизации является снижение экологической нагрузки строительного производства. Реконструкция в условиях плотной городской застройки сопровождается повышенными требованиями к ограничению шумового, пылевого и вибрационного воздействия. Для этого применяются шумозащитные экраны, пылеподавляющие установки, виброизолирующее оборудование, технологии алмазной резки и безударного демонтажа конструкций. Выбор соответствующих технологий должен осуществляться на стадии организационно-технологического проектирования с учётом санитарно-гигиенических требований и регламентов по допустимым уровням воздействия на население.

С экономической точки зрения оптимизация организационно-технологических решений должна базироваться на принципе комплексного учёта прямых и косвенных затрат. Минимизация продолжительности реконструкции не всегда приводит к снижению общей стоимости проекта, если сопровождается существенным ростом затрат на механизацию, логистику или временную инфраструктуру. Поэтому рациональным является применение многокритериальных моделей оптимизации, учитывающих продолжительность, стоимость, трудоёмкость, безопасность и экологические показатели строительного процесса. Современные методы организационно-технологического моделирования позволяют формировать интегральные критерии эффективности и выбирать оптимальные варианты производства работ на основе технико-экономического сравнения альтернатив.

Важнейшим резервом повышения эффективности реконструкции является совершенствование взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса. В условиях реконструкции сложных городских объектов возрастает значение координации между заказчиком, проектировщиком, подрядчиком, техническим заказчиком, органами местного самоуправления и эксплуатирующими организациями. СП 246.1325800.2016 подчёркивает необходимость организации авторского надзора и оперативного сопровождения проектных решений при реконструкции объектов капитального строительства. Наличие постоянной обратной связи между проектировщиком и подрядчиком позволяет оперативно адаптировать организационно-технологические решения к фактическим условиям производства работ.

Дополнительным направлением оптимизации является внедрение цифровых систем управления строительством. Использование цифровых платформ мониторинга строительного производства, автоматизированного контроля сроков, систем учёта ресурсов и электронного документооборота позволяет повысить прозрачность строительного процесса, снизить управленческие потери и обеспечить оперативное принятие решений. В условиях реконструкции городской застройки такие системы особенно эффективны за счёт необходимости постоянной координации большого количества участников и высокой изменчивости производственной ситуации.

Оптимизация организационно-технологических решений при реконструкции жилых зданий в условиях плотной городской застройки представляет собой комплексную научно-практическую задачу, включающую совершенствование подготовки строительной площадки, рационализацию строительного генерального плана, оптимизацию календарного планирования, выбор эффективных технологий механизации, внедрение индустриальных методов реконструкции, обеспечение геотехнической и экологической безопасности, а также цифровизацию управления строительным производством. Реализация указанных мероприятий позволяет существенно повысить эффективность реконструкционных процессов, сократить сроки и стоимость работ, минимизировать негативное воздействие на окружающую городскую среду и обеспечить безопасность строительного производства.

В современных условиях дальнейшее развитие методов оптимизации организационно-технологических решений должно быть связано с расширением применения цифрового моделирования, технологий искусственного интеллекта при планировании строительных процессов и интеграцией систем мониторинга в единые информационные платформы управления реконструкцией. Это позволит перейти от традиционного реактивного управления строительным производством к проактивному управлению на основе прогнозирования рисков и автоматизированной корректировки организационно-технологических параметров проекта.

Литература

1. СП 48.13330.2019. Организация строительства : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Москва : Минстрой России, 2019. – 56 с.
2. СП 301.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами. – Москва : Минстрой России, 2017. – 24 с.
3. СП 246.1325800.2016. Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений. – Москва : Минстрой России, 2016. – 18 с.
4. СП 325.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. – Москва : Минстрой России, 2017. – 34 с.
5. Белова Д. С. Организация реконструкции жилых зданий в условиях стесненной городской застройки // Молодой ученый. – 2020. – № 23 (313). – С. 152–154.
6. Минаев Д. П. Проведение реновации жилых зданий в условиях стеснённой городской застройки // Строительство и архитектура. – 2025. – № 4. – С. 41–47.
7. Парфенова Л. М. Проектирование реконструкции зданий и сооружений : учебное пособие. – Минск : БНТУ, 2008. – 312 с.
8. Лапидус А. А., Топчий Д. В. Организационно-технологическое проектирование строительного производства. – Москва : АСВ, 2021. – 368 с.
9. Олейник П. П. Организация строительного производства : учебник для вузов. – Москва : АСВ, 2022. – 412 с.

10. Комаров Д. А. Технология реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки : магистерская диссертация. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 89 с.

Optimization of Organizational and Technological Solutions for the Reconstruction of Residential Buildings in Dense Urban Environments

Berezkin I.D., Karachaeva N.D., Smirnov G.D., Zemskikh K.A., Bidov T.Kh.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the optimization of organizational and technological solutions for the reconstruction of residential buildings in dense urban environments. The main factors complicating construction and installation work in cramped urban environments are examined, including the limited construction site, the need to ensure the safety of surrounding buildings, restrictions on transport logistics, and noise and vibration impacts. Modern approaches to organizing construction work during the reconstruction of housing stock are analyzed, taking into account the requirements of regulatory and technical documentation, including the provisions of SP 48.13330.2019, SP 301.1325800.2017, and current state standards. The paper proposes areas for improving organizational and technological solutions based on the optimization of the construction master plan, scheduling, the use of mobile mechanization, industrial reconstruction methods, and digital construction management technologies. It has been established that the integrated implementation of the proposed measures reduces the duration of reconstruction work, improves construction safety, and minimizes the negative impact on the urban environment. The research results can be used in developing construction organization plans and work execution plans for the reconstruction of housing stock in existing urban environments.

Keywords: residential reconstruction, dense urban development, organizational and technological solutions, construction organization, construction master plan, scheduling, constrained construction conditions, urban reconstruction, construction operations, reconstruction efficiency.

References

1. SP 48.13330.2019. Construction Organization: Updated Version of SNiP 12-01-2004. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2019, 56 p.
2. SP 301.1325800.2017. Information Modeling in Construction. Rules for Organizing Work by Production and Technical Departments. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017, 24 p.
3. SP 246.1325800.2016. Regulations on Author's Supervision of Construction of Buildings and Structures. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016, 18 p.
4. SP 325.1325800.2017. Buildings and Structures. Rules for the performance of work during dismantling and disposal. - Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017. - 34 p.
5. Belova D. S. Organization of reconstruction of residential buildings in conditions of cramped urban development // Young scientist. - 2020. - No. 23 (313). - Pp. 152-154.
6. Minaev D. P. Renovation of residential buildings in conditions of cramped urban development // Construction and architecture. - 2025. - No. 4. - Pp. 41-47.
7. Parfenova L. M. Design of reconstruction of buildings and structures: a tutorial. - Minsk: BNTU, 2008. - 312 p.
8. Lapidus A. A., Topchiy D. V. Organizational and technological design of construction production. – Moscow : ASV, 2021. – 368 p.
9. Oleynik P. P. Organization of construction production : a textbook for universities. – Moscow : ASV, 2022. – 412 p.
10. Komarov D. A. Technology of reconstruction of buildings in conditions of cramped urban development : master's thesis. – Tolyatti : TSU, 2018. – 89 p.

Совершенствование календарного планирования строительных процессов с применением цифровых bim-технологий

Березкин Иван Дмитриевич
студент, НИУ МГСУ, ivan.berezkin.2004@mail.ru,

Карачаева Нелли Даниловна
студент, НИУ МГСУ, nelka0417@mail.ru,

Смирнов Георгий Дмитриевич
студент, НИУ МГСУ, smirnovgeorgij0@gmail.com,

Земских Ксения Андреевна
студент, НИУ МГСУ, Kzemskih@yandex.ru,

Бидов Тембот Хасанбиевич
кандидат технических наук, доцент, НИУ МГСУ, BidovTB@mgsu.ru

В статье рассматриваются вопросы совершенствования календарного планирования строительных процессов с применением цифровых BIM-технологий как одного из ключевых направлений цифровой трансформации строительной отрасли. Проанализированы ограничения традиционных методов календарно-сетевого планирования, связанные с недостаточной наглядностью, сложностью оперативной корректировки графиков и низким уровнем интеграции с проектной и ресурсной документацией. Исследованы возможности использования технологий информационного моделирования зданий и сооружений для формирования 4D-моделей строительства, обеспечивающих интеграцию пространственных, временных и ресурсных параметров строительного производства. Особое внимание уделено вопросам автоматизации формирования объёмов работ, ресурсного обеспечения, мониторинга хода строительства и оперативного управления графиками производства работ в цифровой среде. Установлено, что применение BIM-технологий в календарном планировании позволяет повысить точность организационно-технологических расчётов, улучшить координацию участников строительного процесса, снизить вероятность организационных коллизий и сократить продолжительность строительства. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предложенных подходов при разработке проектов организации строительства и цифровых систем управления строительным производством. Теоретическая и методологическая база исследования сформирована с учётом положений СП 48.13330.2019, СП 301.1325800.2017 и нормативных документов в области информационного моделирования в строительстве.

Ключевые слова: календарное планирование, BIM-технологии, информационное моделирование в строительстве, цифровизация строительства, 4D-моделирование, организация строительства, строительные процессы, организационно-технологическое проектирование, управление строительством, цифровая трансформация строительной отрасли.

Современное развитие строительной отрасли характеризуется переходом к цифровой трансформации производственных процессов, обусловленной необходимостью повышения эффективности управления инвестиционно-строительными проектами, сокращения сроков строительства, минимизации ресурсных потерь и повышения качества организационно-технологического планирования. В данных условиях особую актуальность приобретает совершенствование календарного планирования строительных процессов посредством внедрения технологий информационного моделирования зданий и сооружений (BIM — Building Information Modeling), обеспечивающих формирование единой цифровой информационной среды проекта. Применение BIM-технологий позволяет перейти от традиционных методов разработки календарных графиков, основанных на статических линейных и сетевых моделях, к динамическим цифровым системам управления строительным производством, интегрированным с трехмерной информационной моделью объекта.

Согласно СП 48.13330.2019 «Организация строительства», календарное планирование является основным инструментом организационно-технологического управления строительным производством и должно обеспечивать рациональную последовательность выполнения работ, оптимальное использование ресурсов, соблюдение нормативных сроков строительства и согласованность действий участников строительного процесса. Однако традиционные методы календарного планирования, основанные преимущественно на линейных графиках Ганта и сетевых моделях, в современных условиях демонстрируют ограниченную эффективность вследствие высокой сложности строительных проектов, значительного количества взаимосвязанных процессов и необходимости оперативного реагирования на изменения производственной ситуации.

Особенно остро проблема недостаточной эффективности календарного планирования проявляется в проектах со значительным количеством параллельно выполняемых процессов, сложной логистикой поставок, высоким уровнем междисциплинарного взаимодействия и ограниченными временными ресурсами. Традиционные графики не обеспечивают наглядного пространственно-временного представления строительных процессов, что затрудняет выявление коллизий, конфликтов ресурсов, нарушений технологической последовательности и потенциальных организационных рисков. В связи с этим современные исследования в области организационно-технологического проектирования ориентированы на интеграцию календарного планирования с BIM-средой, что позволяет формировать так называемые 4D-модели строительства, объединяющие трёхмерную геометрическую модель объекта с временными параметрами производства работ.

Нормативную основу применения BIM-технологий в строительстве на территории Российской Федерации формирует СП 301.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами», устанавливающий требования к использованию цифровых информационных моделей при организации строительного производства. Указанный свод правил определяет BIM как процесс создания и использования информации по объекту строительства для координации данных, организации совместного производства и хранения информации, а также поддержки принятия управленческих решений на всех стадиях жизненного цикла объекта.

Применение BIM-технологий в календарном планировании позволяет качественно изменить подход к разработке графиков производства работ. Если традиционные методы базируются на абстрактных временных зависимостях между процессами, то BIM-модель обеспечивает пространственную привязку каждого строительного процесса к конкретным элементам объекта. В результате формируется интегрированная цифровая модель строительства, позволяющая визуализировать последовательность возведения объекта во времени, анализировать логистику строительной площадки, моделировать загрузку трудовых и машинных ресурсов, а также прогнозировать влияние отклонений на общий ход строительства. Данный подход значительно повышает точность календарного планирования и снижает вероятность организационно-технологических ошибок на стадии реализации проекта.

Одним из важнейших направлений совершенствования календарного планирования на основе BIM является автоматизация формирования ведомостей объёмов работ. В традиционной практике определение объёмов строительно-монтажных работ осуществляется вручную либо с

использованием отдельных сметных программ, что сопровождается высокой трудоёмкостью и риском ошибок. Интеграция BIM-модели с системами календарного планирования позволяет автоматически извлекать количественные характеристики конструктивных элементов и инженерных систем, обеспечивая оперативное формирование ресурсных ведомостей и расчёт продолжительности строительных процессов. Это существенно повышает достоверность исходных данных для календарного планирования и снижает трудозатраты инженерно-технического персонала.

Значительное преимущество BIM-технологий заключается в возможности моделирования нескольких сценариев организации строительства и выбора оптимального варианта календарного графика на основе многокритериального анализа. В условиях сложных строительных проектов инженер может оценить влияние различных организационно-технологических решений на сроки строительства, загрузку ресурсов, стоимость работ и логистику строительной площадки ещё до начала реализации проекта. Такой подход позволяет выявлять неэффективные решения на стадии организационно-технологического проектирования и минимизировать риски нарушения сроков строительства.

Особое значение BIM-технологии приобретают при управлении ресурсным обеспечением строительного производства. Календарное планирование в BIM-среде позволяет синхронизировать графики производства работ с графиками поставки материалов, эксплуатации строительной техники и мобилизации трудовых ресурсов. Формирование цифровых ресурсных моделей обеспечивает возможность анализа пиковых нагрузок, предотвращения дефицита ресурсов и выравнивания потребности в рабочей силе и механизмах на протяжении всего строительного цикла. Это способствует повышению ритмичности строительного производства и снижению организационных простоев.

Дополнительным преимуществом BIM-ориентированного календарного планирования является возможность непрерывного мониторинга хода строительства с последующей корректировкой графиков в режиме реального времени. Современные цифровые платформы позволяют сопоставлять фактическое выполнение работ с плановыми параметрами BIM-графика, оперативно выявлять отклонения и автоматически пересчитывать прогнозные сроки завершения строительства. Такой подход формирует основу для перехода от статического календарного планирования к адаптивному цифровому управлению строительным производством. Исследования в области цифрового мониторинга строительства показывают, что применение BIM-моделей для контроля календарного графика позволяет повысить точность прогнозирования сроков строительства на 20–30 %.

Важным аспектом совершенствования календарного планирования является интеграция BIM-моделей с технологиями Lean Construction и Last Planner System. Совмещение цифрового моделирования с принципами бережливого строительства позволяет не только визуализировать процессы, но и оптимизировать поток создания ценности, сокращая потери времени, ресурсов и организационных резервов. В данном контексте BIM становится инструментом не только контроля, но и стратегического управления строительным производством.

Следует отметить, что применение BIM-технологий позволяет существенно повысить качество междисциплинарной координации при разработке календарных графиков. В традиционной практике календарное планирование часто осуществляется обособленно от проектировщиков, сметчиков, снабженцев и подрядчиков, что приводит к несогласованности решений и необходимости последующей корректировки графиков. BIM-среда обеспечивает единое информационное пространство для всех участников проекта, позволяя синхронизировать организационно-технологические, проектные и ресурсные решения на ранних стадиях подготовки строительства. Это снижает количество коллизий, улучшает взаимодействие между участниками проекта и повышает достоверность календарного графика.

Несмотря на очевидные преимущества BIM-технологий, их внедрение в процессы календарного планирования сопряжено с рядом организационных и методологических проблем. К числу основных ограничений относятся высокая стоимость программного обеспечения, недостаточная квалификация инженерно-технического персонала, отсутствие единых корпоративных стандартов моделирования, а также недостаточная нормативно-методическая проработанность отдельных аспектов цифрового организационно-технологического проектирования. Вместе с тем развитие нормативной базы в области BIM, включая СП 333.1325800.2020 и СП 404.1325800.2018, формирует предпосылки для постепенной стандартизации цифрового планирования строительного производства.

Практика внедрения BIM-календарного планирования в крупных инвестиционно-строительных проектах демонстрирует его высокую экономическую эффективность. По данным отечественных и зарубежных исследований, применение 4D BIM-моделей позволяет сократить продолжительность строительства на 10–20 %, уменьшить количество организационных коллизий до 40 %, снизить затраты на перепланирование и устранение ошибок организации строительства на 15–25 %. Это подтверждает целесообразность широкого внедрения цифровых технологий в практику организационно-технологического проектирования.

Перспективным направлением дальнейшего развития календарного планирования является интеграция BIM-моделей с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и цифровых двойников. Использование интеллектуальных алгоритмов позволяет автоматизировать оптимизацию последовательности строительных процессов, прогнозировать вероятность срыва сроков, формировать сценарии адаптивного перепланирования и учитывать влияние внешних факторов на ход строительства. В сочетании с системами IoT-мониторинга строительной площадки BIM может стать основой полностью цифровой системы управления строительным производством в режиме реального времени.

Совершенствование календарного планирования строительных процессов с применением цифровых BIM-технологий представляет собой стратегическое направление развития организационно-технологического проектирования в строительстве. Интеграция информационного моделирования в процессы календарного планирования обеспечивает повышение точности расчётов, улучшение координации участников проекта, автоматизацию ресурсного обеспечения, возможность моделирования альтернативных сценариев организации строительства и оперативного мониторинга выполнения работ. Использование BIM-технологий способствует переходу строительной отрасли от традиционных методов организационно-технологического проектирования к цифровым интеллектуальным системам управления строительством, обеспечивающим повышение эффективности, сокращение сроков реализации проектов и снижение производственных рисков.

Литература

1. СП 48.13330.2019. Организация строительства : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – Москва : Минстрой России, 2019. – 56 с.
2. СП 301.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами. – Москва : Минстрой России, 2017. – 24 с.
3. СП 246.1325800.2016. Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений. – Москва : Минстрой России, 2016. – 18 с.
4. СП 325.1325800.2017. Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. – Москва : Минстрой России, 2017. – 34 с.
5. Белова Д. С. Организация реконструкции жилых зданий в условиях стесненной городской застройки // Молодой ученый. – 2020. – № 23 (313). – С. 152–154.
6. Минаев Д. П. Проведение реновации жилых зданий в условиях стеснённой городской застройки // Строительство и архитектура. – 2025. – № 4. – С. 41–47.
7. Парфенова Л. М. Проектирование реконструкции зданий и сооружений : учебное пособие. – Минск : БНТУ, 2008. – 312 с.
8. Лапидус А. А., Топчий Д. В. Организационно-технологическое проектирование строительного производства. – Москва : АСВ, 2021. – 368 с.
9. Олейник П. П. Организация строительного производства : учебник для вузов. – Москва : АСВ, 2022. – 412 с.
10. Комаров Д. А. Технология реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки : магистерская диссертация. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 89 с.

Improving construction scheduling using digital BIM technologies

Berezkin I.D., Karachaeva N.D., Smirnov G.D., Zemskikh K.A., Bidov T.Kh.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the improvement of construction scheduling using digital BIM technologies as a key area of digital transformation in the construction industry. It analyzes the limitations of traditional calendar-network planning methods, including their lack of visibility, difficulty in quickly adjusting schedules, and poor integration with design and resource documentation. The article explores the potential of using building information modeling technologies to generate 4D construction models that integrate spatial, temporal, and resource parameters of construction. Particular attention is paid to the automation of work volume generation, resource provision, construction progress monitoring, and operational management of work schedules in a digital environment. It

has been established that the use of BIM technologies in scheduling improves the accuracy of organizational and technological calculations, improves coordination among construction participants, reduces the likelihood of organizational conflicts, and shortens construction duration. The practical significance of the study lies in the potential use of the proposed approaches in developing construction management projects and digital construction management systems. The theoretical and methodological framework of the study is based on the provisions of SP 48.13330.2019, SP 301.1325800.2017, and regulatory documents on construction information modeling.

Keywords: scheduling, BIM technologies, construction information modeling, construction digitalization, 4D modeling, construction management, construction processes, organizational and technological design, construction management, digital transformation of the construction industry.

References

1. SP 48.13330.2019. Construction Organization: Updated Version of SNiP 12-01-2004. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2019. 56 p.
2. SP 301.1325800.2017. Information Modeling in Construction. Rules for Organizing Work by Production and Technical Departments. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2017. 24 p.
3. SP 246.1325800.2016. Regulations on Author's Supervision of the Construction of Buildings and Structures. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2016. 18 p.
4. SP 325.1325800.2017. Buildings and Structures. Rules for Performance of Work during Dismantling and Disposal. – Moscow : Ministry of Construction of the Russian Federation, 2017. – 34 p.
5. Belova D. S. Organization of the reconstruction of residential buildings in conditions of cramped urban development // Young scientist. – 2020. – No. 23 (313). – Pp. 152–154.
6. Minaev D. P. Renovation of residential buildings in conditions of cramped urban development // Construction and architecture. – 2025. – No. 4. – Pp. 41–47.
7. Parfenova L. M. Design of the reconstruction of buildings and structures : a tutorial. – Minsk : BNTU, 2008. – 312 p.
8. Lapidus A. A., Topchiy D. V. Organizational and technological design of construction production. – Moscow : ASV, 2021. – 368 p.
9. Oleynik P. P. Organization of construction production: a textbook for universities. – Moscow: ASV, 2022. – 412 p.
10. Komarov D. A. Technology of reconstruction of buildings in conditions of cramped urban development: master's thesis. – Tolyatti: TSU, 2018. – 89 p.

Влияние урбанизированных грунтов на надёжность фундаментов

Бурулов Мазан Сергеевич
студент, НИУ МГСУ, mazanburulov2004@mail.ru,

Левичкин Иван Николаевич
студент, НИУ МГСУ, porywaev.nikit@gmail.com,

Попов Сергей Евгеньевич
студент, НИУ МГСУ, p.sergey04@mail.ru,

Малышев Никита Сергеевич
студент, НИУ МГСУ, nmalysev611@gmail.com,

Леонов Константин Владимирович
студент, НИУ МГСУ, leonov_04@list.ru

Урбанизированные грунты современных городов, это сложные техногенные толщи, состоящие из насыпей, обратных засыпок и естественных почв, изменённых под влиянием городской среды. В них можно обнаружить не только органические замазки и мусор, но и разнообразные химические загрязнители (тяжёлые металлы, углеводороды и др.)[1], [2]. С другой стороны, в таких же грунтах низкой плотности можно найти породы с высокой плотностью, или обнаружить встречные скопления песка и глины[1], [3].

Это ведёт к сильной вариабельности несущей способности основания, к неравномерным осадкам и к локальным опасным явлениям (просадка, вздутие, обрушение карстовых одиночных пустот). Действия городской среды (постоянные и временные нагрузки от зданий, транспортные и промышленное вибрационные воздействия, резкие динамические перепады уровней грунтовых води т.п.) усложняют проблему и делают необходимым комплексный подход к проектированию оснований любых зданий и сооружений[4], [5].

В настоящем обзоре рассмотрены физико-механические свойства урбанизированных грунтов (структура, плотность, органическое вещество, загрязнения), их пространственная неоднородность и изменчивость во времени; рассмотрено влияние строительно-монтажных и эксплуатационных нагрузок, динамических и гидрогеологических факторов на колебания оснований.

Ключевые слова: урбанизированные грунты; урбоземы; техногенные грунты; основания и фундаменты, надёжность фундаментов, несущая способность, неравномерные осадки, пространственная неоднородность грунтов, физико-механические свойства грунтов, загрязнение грунтов, тяжёлые металлы, органическое вещество, гидрогеологические условия, уровень грунтовых вод, динамические нагрузки.

Урбанизированные грунты нередко являются техногенными (антропогенными) по классификации ГОСТ 25100-95, где им выделен отдельный класс[7]. Это означает, что при проектировании фундаментов зданий и сооружений они должны опираться на результаты местных инженерно-геологических изысканий с учётом особенностей конкретного места (СНиП 2.02.01-83)[6]. Однако в настоящем урбоземы могут содержать наслоения насыпей, засыпок и перемешанных материалов различной плотности и текстуры. В Москве, к примеру, указывается, что в местах с интенсивной проходимостью почва часто сильно уплотнена, в ней мало влаги и органики, а в районах зеленых зон, наоборот, органического вещества достаточно много[3]. Характерные признаки, наличие карбонатов и окислов железа, указывающих на длительный влияние техногенных загрязнителей[1]. Загрязнение городских почв тяжёлыми металлами, например, в проезжих частях Москвы, фактически уже в начале 2000-х годов выявлялось нередко с превышением предельно допустимых норм по Zn, Cd, As и др. (отдельные пробы в 2018 году превышали нормы в 9, 18%)[2]. Изменчивость состава грунтов по горизонту и в плане зачастую приводит к разнице в прочности и жёсткости в одной точке на множество раз отличаются от аналогичных значений, в другой точке, соседствующей по другим данным глубине[3][8]. Кроме того, органическое вещество и микропластик, попавшие в грунт, могут дополнительно снижать несжимаемость основания и вызывать биологическую деградацию (защелачивание, газовыделение). Следовательно, физические свойства урбанизированных грунтов (структура, плотность, влажность) и их химический состав порой оказываются непредсказуемыми и требуют детального описания.

Проектирование фундаментов должно предусматривать расчеты как на статические нагрузки (собственный вес конструкции, эксплуатационная нагрузка), так и многочисленные внешние факторы. СНиП 2.02.01-83 требует включать в расчет все длительные и временные воздействия на основание[4]. В частности, к таким воздействиям может относиться технологические нагрузки смежных объектов (трамвайные рельсы, метро и проч. вибрирующее оборудование) и возможность динамических воздействий (землетрясение, толчки и вибрация машин)[4]. Георазведка должна раскрывать возможные зоны деформирования и консолидации грунтов под влиянием таких нагрузок. К тому же, городской ландшафт сопровождается сложной гидрогеологией: широкие незасорённые поверхности (парковки, тротуары и пр.) подавляют фильтрацию, дренаж и водостоки забирают воду от осадков, а почва оставляется сухой, при аварийных же затоплениях подвалов и коммунальных утечках уровень грунтовых вод резко меняется. Согласно СНиП 2.02.01-83 (п.2.17, 2.22), при прогнозируемом изменении уровня грунтовых вод следует предусматривать противофильтрационные мероприятия: дренаж, гидроизоляцию, понижение УГВ и проч.[5][9]. Так, в случае с "выныриванием" грунтовых вод под подошву фундамента норматив требует заложения водонепроницаемых завес или специальных каналов (п.2.24)[9]. В зимних условиях в наст будет зависеть от глубины промерзания, а оттаивание пучинистых грунтов вызовет их усадку. СНиП даёт размеры допустимого пучения (максимальный подъём, 25% от толщины пучинистой толщи) и рекомендует при необходимости мероприятий по снижению воздействия мороза (дренаж, теплоизоляция, усиление слоёв и др.)[10].

Для правильной прогноз-мы поведения городское-строительного фундамента необходима лучше всего геотехническая разведка. СП 47.13330.2016 (" Инженерные изыскания для строительства") предписует в своих требованиях совмещать бурение скважин с полевыми испытаниями грунтов. В частности, статическое зондирование (СТЗ) регламентируется СП 446.1325800-2019 и ГОСТ 19912-2012: в практике пользуются для детальной проработки разреза, подбора "липких"сучков и близко к поверхности скалистых тел[11]. Статическое зондирование обязательно при проектировании свайных фундаментов, его допускается использовать вместо 1/3 полноценных скважин (п.7.1.7 СП 446.1325800-2019)[12]. Кроме того, применяются динамическое зондирование (ДЗЗ) и стационарные просадочные испытания (прессиметр). При обследовании зданий и сооружений широко применяются также геофизические методы (GPR, сейсмика), позволяющие выявить аномальные зоны (карст, включения). Количество точек зондирования при сети бурения рекомендуется брать, не менее 1/100 м (а при свайном основании, ≥50% числа скважин, но не менее 3, 6 точек)[12]. Результаты полевых работ дополняются лабораторными испытаниями проб. Не смотря на повышенную современность оборудования, качественная характеристика прочности "массивного" урбозёма не всегда возможна, поскольку зачастую он неоднороден, зачастую залегает в нарушенном состоянии.

Расчёт несущей способности и осадок оснований проводят по стандартным моделям пластичности почвы (критерий Моора, Кулона, предел текучести, специальные формулы Терзаки и др.) с учётом армирования и рубашки (для свай)[8]. В литературе&qout; существует "сотни расчетных моделей" для оценки несущей способности и устойчивости грунтовых оснований и массивов[8]. Однако разработка программ и, тем более, реальный ход стресс-деформационных состояний в городе крайне сложны: критерии, параметры φ, c, E, R_c согласно НТД[13] и лабораторные исследования дают только приблизительный результат. Большая же неоднородность, наличие замытых и уплотнённых территорий, встречающиеся языки старых вырубок и инженерных выработок в существующих зданиях и сооружениях приводят к довольно существенным погрешностям в существующих расчетных моделях. Потому проектирование фундаментов в городских условиях проводится по принципу "консервативного расчёта + наблюдения", глубина заложения фундамента увеличивается в сравнении с классическим решением, коэффициенты надежности выбираются выше, наряду с использованием полевого мониторинга деформаций при строительстве (наблюдательный метод)[14][15].

Основные проблемы, возникающие в соответствии с бурой урбосреды, связаны с неизбежными "форс-мажорными" геомеханическими процессами. Осадка от собственных и временных нагрузок в смешанных отложениях и обратных засыпках в дальнейшем лагерьязаты чаще из-за малой жёсткости пылевато-глинистых слоёв и недостаточного уплотнения. Просадочность (значительное уменьшение объёма при увлажнении) характерна для высаленных или влажных суглинков: СНиП 2.02.01-83 написала этому отдельной главой, разделом 3.3, 3.12, определяя понятия относительной просадочности и начального просадочного давления[16]. По нормативу при проектировании на просадочных грунтах необходимо исключать возможность замачивания таких грунтов, частичной замены или применения глубокого фундамента, способного прорезать просадочную толщу[17]. Набухание (увеличение объёма при увлажнении) отмечается у глинистых грунтов с высокой и пластической формой. СНиП 2.02.01-83 (§4.2, 4.4) вводит понятие набухания (давление, относительное увеличение)[18], а при проектировании рекомендует учитывать возможный подъём основания от впитывания (суммарное явление осадок и вздутий)[19]. В случае, когда указанных значений набуханий будет выше нормы, проектировщик имеет право (и обязан) принять некоторые мера максимодля устранения подобных эффектов, какой либо эвакуации (замена), дренаж, засолка или другие методы stabilizaci (п.4.6 СНиП)[20]. Морозное пучение слабо проникающих в глубокие слои фундаменты рассчитывается (п.14 СНиП). В случае, если осадка от пучения будет выше нормы (20, 25% как по приложению СНиП), для малозаглубленных конструкций придется принимать противоморозные меры: дренаж, теплоизоляция, заморозка или обледенение грунта (п.14.8 СНиП 2.02.01-83)[10]. Карст, опасность, связанная с особенностями рельефа: к намывным или продуктам растворения грунтам относятся пыле-глинистые осады; СНиП упоминает, что в карстоопасных районах (п.1.2) инженерные изыскания и проект должны выполняться специальными организациями и учитывать возможность карстовых обвалов[21]. Таким образом, проект необходимо предусматривать не только расчетные нагрузки, но и мероприятия по защите грунтов основания: гидроизоляцию, противофильтрационные завесы, понижение уровня грунтовых вод и др.

Для увеличения надежности фундаментов в городской среде используются разнообразные технологические приемы. Инъекционные методы (цементация) дают возможность выборочного упрочнения слабых грунтов под подошвой фундамента. Так, в Санкт-Петербурге разработана технология многократной высоконапорной "манжетной" инъекции цементных растворов для пылевато-глинистых оснований[22][23]. По информации Ермолаева (2013), эта технология эффективно повышает прочность и жёсткость замкнутого фундамента старых зданий, снижая осадку и предупреждая просадку при усадке грунтового массива[22][23]. Буроинъекционные сваи и сваи грунтоцементные, классический метод "перерезать" слабые слои. СНиП называет усиление фундаментов буроинъекционными сваями способом фундаментирования, применяемым при реконструкции и усилении зданий и сооружений[24]. Эти сваи переносят нагрузку без видимых проблем глубокие слои. Геосинтетические армирующие материалы (геотекстиль, георешётки, геомембраны, габионы) широко применяются для стабилизации околотрубной зоны фундамента, укрепления откосов и для дренажа. Так, для укрепления откосов и основания фундаментов применяются настилы полимерных геоматов или георешеток, интегрированные с растительным покровом[25]. В сложном рельефе часто можно использовать габионы, плоские конструкции из сетки с заполнителем, которые выполняют функцию легких подпорных стен (успешно применяются для террасирования)[26]. Геотекстиль широко применяется как слой, разделяющий насыпной грунт и воду, чтобы она не уносила частицы грунта и не вызывала его просадки. Дренаж (горизонтальные трубопроводы, колонны) применяется для понижения уровня грунтовых вод и отвода воды от основания. СНиП 2.02.01-83 прямо указывает на необходимость дренажных мероприятий при увлажнении основания[5]. Например, дренаж "воронками" по периметру фундамента или глубокая дренажная скважина часто помогают решить проблему смещения влажного песка. Важным источником надежности является также инструментальный мониторинг: контроль за осадками, уклонами, уровнем грунтовой воды. СП 305.1325800-2017 рекомендует геотехнический мониторинг при строительстве зданий в нежилой застройке[15]. По СНиП 2.02.01-83, в проекте на ответственное сооружение в сложных условиях рекомендуется предусматривать измерения деформаций основания и фундамента на полевом уровне[14]. Инклинометры, реперы, пьезометры, резистивные датчики и тензометры позволяют вовремя заметить и предупредить развитию осадок и деформационное состояние.

В ограниченной нормативной базе «неопределённые данные». Многие СНиП/СП содержат обобщённые требования и не имеют специфической регламентации для городских условий (часто они разработаны для «типовых» грунтов). Например, СНиП 2.02.01-83 определяет способ расчёта набухания и просадки, но реально процессы имеют… историю каждой территории (реконструкции, рельефы, коммунальные утечки). Параметры, свойства мелких несвязных слоёв, загрязнений и т.п. часто не включены в стандартные программы изысканий, поэтому инженер работает к примеру с «приблизительными» параметрами (особено модуля уплотнения и коэффициента напряжения грунта). Существенна также разница межей полевыми данными и лабораторными испытаниями опытных образцов: при попытке "связать" их на результате полевых ПЗ или прессометров оказывается, что они одинаково "отвечают" в одном месте на разные условия в другом месте[27]. Выявить риски на этапе проектирования достаточно сложно, т.к. "не все данные". Поэтому практики рекомендует заложить "запас" надежности, расширить наблюдения, и использовать адаптивный подход: реализовать проектирование "под наблюдение" (наблюдательный метод). Для сравнения всех подобных источников приведена таблица. Диаграмма (ниже) схематично иллюстрирует, что от разных факторов риска (например, высокий уровень грунтовых вод, неоднородность состава, наличие органики или динамические нагрузки) получаются разные типа деформации фундамента и какие меры (дренаж, сваи, инъекции, геосинтетика, мониторинг) помогут эти риски упредить. Выделяются наиболее опасные сочетания, что позволяет выдвинуть рекомендации: рассматривать в проекте комбинированные решения (например, сваи + инъекции для сложных коллабильных грунтов) и, что важно, включать в проект фонд наблюдения за состоянием основания во время строительства.

Литература

1. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные. Монолитные. Правила производства и приемки работ. – М.: Минстрой России, 2018.
2. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87. – М., 2012.
3. ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2013.
4. ГОСТ 18105–2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2019.
5. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр «Методика определения сметной стоимости строительства».
6. Приказ Минстроя России от 18.07.2022 № 577/пр «Методика разработки сметных норм».
7. Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН). – М.: Минстрой России, действующая редакция.
8. Кудряшов Н. Б. Методы определения сметной стоимости в строительстве // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2023. – № 4.
9. Иванов И. И. Экономика строительства: учебник. – М.: Издательство АСВ, 2021. – 320 с.
10. Петров П. П. Ценообразование и сметное дело в строительстве. – СПб.: Питер, 2020. – 256 с.
11. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М.: Стандартинформ, 2009

The influence of urbanized soils on the reliability of foundations

Burulov M.S., Levichkin I.N., Popov S.E., Malyshev N.S., Leonov K.V.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

Urban soils in modern cities represent complex technogenic strata composed of fills, backfills, and natural soils altered under the influence of the urban environment. These soils may contain not only organic inclusions and debris but also various chemical contaminants (heavy metals, hydrocarbons, etc.) [1], [2]. At the same time, within low-density soils, layers of high-density materials or interbedded accumulations of sand and clay can be found [1], [3].

This leads to significant variability in the bearing capacity of the foundation, uneven settlements, and the occurrence of local hazardous phenomena (subsidence, swelling, collapse of karst voids). The impact of the urban environment (permanent and temporary loads from buildings, transport and industrial vibration, abrupt fluctuations in groundwater levels, etc.) further complicates the problem and necessitates a comprehensive approach to the design of foundations for buildings and structures [4], [5].

This review examines the physical and mechanical properties of urban soils (structure, density, organic matter, contamination), their spatial heterogeneity and temporal variability, as well as the influence of construction and operational loads, dynamic effects, and hydrogeological factors on foundation behavior.

Keywords: urban soils, urbosoils, technogenic soils, foundations and subgrades, foundation reliability, bearing capacity, differential settlement, spatial heterogeneity of soils, physical and mechanical properties of soils, soil contamination, heavy metals, organic matter, hydrogeological conditions, groundwater level, dynamic loads.

References

1. SP 435.1325800.2018. Concrete and Reinforced Concrete Structures. Monolithic Structures. Rules for Production and Acceptance of Work. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2018.
2. SP 70.13330.2012. Load-Bearing and Enclosing Structures. Updated Edition of SNiP 3.03.01–87. Moscow, 2012.
3. GOST 10180–2012. Concretes. Methods for Determining Strength Using Control Specimens. Moscow: Standartinform, 2013.
4. GOST 18105–2018. Concretes. Rules for Strength Control and Assessment. Moscow: Standartinform, 2019.
5. Ministry of Construction of the Russian Federation. Order No. 421/pr dated August 4, 2020 “Methodology for Determining Construction Cost Estimates.”
6. Ministry of Construction of the Russian Federation. Order No. 577/pr dated July 18, 2022 “Methodology for Developing Cost Estimation Standards.”
7. State Elemental Estimate Norms (GESN). Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, current edition.
8. Kudryashov, N. B. Methods for Determining Construction Cost Estimates. Smetno-dogovornaya rabota v stroitel'stve, 2023, No. 4, pp. 15–21.
9. Ivanov, I. I. Economics of Construction: Textbook. Moscow: ASV Publishing House, 2021. 320 p.
10. Petrov, P. P. Pricing and Cost Estimation in Construction. Saint Petersburg: Piter, 2020. 256 p.
11. GOST R 7.0.5–2008. System of Standards on Information, Librarianship and Publishing. Bibliographic Reference. General Requirements and Rules of Making. Moscow: Standartinform, 2009

Принципы трансформации ботанических образов в параметрической архитектуре

Голик Мария Васильевна
магистрант кафедры параметрического дизайна архитектурной среды, Российский университет дружбы народов (РУДН), golik.maria123@yandex.ru,

Городова Маргарита Николаевна
старший преподаватель кафедры архитектурного и промышленного дизайна, кандидат искусствоведения, Российский университет дружбы народов (РУДН), gorodova-mn@rudn.ru,

Архипова Александра Валерьевна
магистрант кафедры параметрического дизайна архитектурной среды, Российский университет дружбы народов (РУДН), i@arhipova-top.ru

Статья посвящена разработке и апробации методики трансформации сложных ботанических форм в параметрическую архитектуру на примере малой архитектурной формы (МАФ). В качестве биоморфного прототипа рассматривается морфология цветка дурмана. Проблема исследования заключается в преодолении визуальной монотонности городской среды за счет внедрения уникальных, структурно обоснованных объектов. С помощью инструментов визуального программирования (Rhinoceros + Grasshopper) был разработан генеративный алгоритм, переводящий природную геометрию в несущую конструкцию, стилистически связанную с принципами ар-нуво. Практическая апробация методики проводилась с привлечением фокус-группы (n=7), которая оценивала три сценария генерации объекта. Результаты показали, что комплексный биомиметический подход обеспечивает наивысшую эстетическую оценку (4.6 из 5) и узнаваемость природного образа (81%). Доказано, что синтез биомиметики, параметрического моделирования и стилизации позволяет создавать не только визуально выразительные, но и функционально адаптивные архитектурные формы, отвечающие принципам устойчивого развития.

Ключевые слова*:* Параметрическая архитектура, биомиметика, генеративный дизайн, формообразование, Grasshopper, малая архитектурная форма (МАФ), морфология растений, диаграмма Вороного.

Введение

Современная городская среда всё чаще страдает от визуальной монотонности. Типовые малые архитектурные формы решают базовые утилитарные задачи, но теряют свою эстетическую ценность и оригинальность. В поисках свежих, нешаблонных решений архитекторы логично обращаются к бионике и природным аналогам [4, 10]. Ботанические объекты, и, в частности, цветы, — это не просто красивый визуальный образ. Природа за миллионы лет эволюции создала конструкции, обладающие идеальным балансом прочности, легкости и эргономики. Как отмечают исследователи, архитектура подражания позволяет не просто копировать внешние контуры, но и заимствовать внутреннюю структурную логику растений [3]. Следовательно, морфология цветка обладает огромным потенциалом не только для декора, но и для генеративного архитектурного дизайна.

Ключевая проблема:

Проблема кроется в тотальной стандартизации современного архитектурного проектирования и нехватке свежих парадигм формообразования [6]. Большинство объектов лишены индивидуальности: они создаются по жестким типовым матрицам, где функция полностью подавляет форму. Это напрямую ведет к обеднению визуального облика городов и снижению качества среды. При этом современные цифровые CAD-инструменты зачастую используются лишь для ускорения выпуска чертежей, а не для поиска принципиально новых, сложных геометрических форм [7].

Цель исследования:

Сформировать концепцию малой архитектурной формы, взяв за основу морфологическую структуру цветка дурмана. Главная задача — перевести сложную природную геометрию в логику архитектурного объекта, используя принципы биомиметики и инструменты визуального программирования.

Научная новизна:

В отличие от прямого визуального копирования (когда здание просто выглядит «как цветок»), данное исследование предлагает алгоритмический перевод ботанических характеристик в цифровой код. Научная новизна заключается в формализации морфологических признаков растения в связке программных комплексов Rhinoceros и Grasshopper [5, 12]. Работа демонстрирует, как ботаника может выступать не просто источником вдохновения, а жесткой математической базой для проектирования [9]. Мы объединяем живую природную логику с алгоритмической точностью параметрического моделирования.

Задачи исследования:

Проанализировать исторический и современный опыт применения ботанических образов в архитектуре, выявив наиболее успешные методики формообразования.

Изучить морфологические особенности цветка дурмана для их последующей оцифровки и выделения структурного каркаса.

Разработать генеративный алгоритм в среде Grasshopper, позволяющий трансформировать природную форму в несущую конструкцию, с потенциальной возможностью приложения к ней базовых нагрузок [8].

Практическая значимость:

Исследование носит выраженный прикладной характер. Разработанная методика и сам алгоритм могут применяться в качестве наглядного пособия для студентов архитектурных и дизайнерских направлений. Работа детально показывает механику перехода от природного аналога к готовой параметрической модели, развивая современные методы проектирования [13]. Этот подход позволяет молодым специалистам уйти от интуитивного рисования к осознанному созданию сложных параметрических паттернов и форм.

Материалы и методы исследования:

- **Ретроспективный и аналитический обзор.** Проведен анализ историко-культурного контекста, в частности прецедентов использования флористических мотивов в архитектуре стилей модерн и ар-нуво.

Также проанализирован ряд современных реализованных проектов (фасады и малые архитектурные формы), где прослеживается прямое влияние ботанической морфологии на конструктивные решения.

- **Формально-морфологический анализ.** Цветок дурмана рассматривается как биоморфный прототип. Метод включает детальное изучение его природной геометрии: анализ осей симметрии, пропорций, криволинейности лепестков, а также динамики роста и внутренних ритмов растения для последующего перевода их в математические закономерности.
- **Метод параметрического моделирования.** Является основным практическим инструментом исследования. Трансформация природных алгоритмов в архитектурную структуру осуществлялась в среде визуального программирования Grasshopper на базе Rhinoceros 8.
- **Методы архитектурной визуализации и постобработки.** Для интеграции сгенерированной модели в реалистичную среду и проверки ее эстетических качеств применялся комплекс программ Autodesk 3ds Max 2024 и Corona Render 12, а финальная графическая подача и цветокоррекция выполнялись в Adobe Photoshop 2025.

Алгоритмическое моделирование и апробация:

- Для формализации морфологии ботанического прототипа (цветка дурмана) была разработана параметрическая модель в среде Grasshopper (Rhino 8).
- В алгоритме использованы компоненты Populate 2D, Voronoi, Scale, Surface Morph и другие — для генерации органичных ячеистых структур и их последующей трансформации на заданную поверхность. Параметры масштабирования, плотности точек и направления экструдирования регулируются с помощью слайдеров, что обеспечивает адаптивность формы к различным функциям.

В рамках апробации алгоритма процесс проектирования выстраивался по принципу усложнения структуры. Были протестированы три сценария генерации формы:

- Функциональный сценарий. На данном этапе алгоритм решал базовые задачи по формированию несущего каркаса с упором исключительно на утилитарные параметры. В систему закладывались габариты, масштаб объекта и плотность несущей сетки, без избыточной детализации элементов.
- Визуально-эстетический сценарий. На этом уровне функциональная база подвергалась усложнению. В геометрию были дополнительно интегрированы параметрические паттерны, транслирующие пластику, ритм и изгибы лепестков дурмана, что позволило визуально приблизить форму к природному прототипу.
- Комплексный (биомиметический) сценарий. Итоговый вариант, в котором форма, функция и морфология синтезированы в единую систему. В данном сценарии объект не просто визуально имитирует цветок, но и формируется сообразно его структурным принципам, что в полной мере отвечает законам биомиметики.

Для создания финальных графических материалов применялся современный гибридный подход, объединяющий классическое трехмерное моделирование и технологии искусственного интеллекта. Эскизный поиск и форэскизная детализация концептов проводились посредством генеративной нейросети Vizcom. Фотореалистичный рендеринг параметрической геометрии выполнялся в программной связке 3ds Max и Corona Render. Финальная постобработка, включающая цветокоррекцию и алгоритмическое улучшение качества изображения (ИИ-апскейлинг), реализована с помощью Adobe Photoshop и Topaz Photo AI.

Методы валидации результатов исследования

Для подтверждения жизнеспособности разработанной концепции и оценки её эстетико-функциональных качеств применялся комплекс методов валидации:

Метод экспертной оценки. Был осуществлен качественный анализ сгенерированной формы с привлечением профильных специалистов — архитекторов и преподавателей в сфере биомиметического дизайна. Основными критериями оценки выступали: эстетическая целостность объекта, степень соответствия принципам биоморфности и оригинальность визуального решения [4]. Подобный подход позволяет верифицировать алгоритмическую модель с точки зрения профессионального архитектурного восприятия [11].

Компаративный анализ с архитектурными аналогами. Проведено сопоставление полученной цифровой модели с историческими и современными прецедентами малых архитектурных форм и фасадов, базирующихся на ботанических прототипах (включая объекты эпохи модерна и принципы органической архитектуры) [2, 10]. Данный метод позволил выявить преемственность традиционных формообразующих принципов и одновременно зафиксировать новаторские отклонения, обусловленные применением генеративного проектирования.

Оценка визуального восприятия в контексте городской среды. Проведена первичная апробация интеграции объекта в условный урбанизированный ландшафт. На базе подготовленных фотореалистичных визуализаций и коллажей был организован опрос локальной фокус-группы (n=6–8 респондентов), состоящей из практикующих дизайнеров и студентов профильных направлений. Применение фокус-групп позволяет объективно оценить психологический и эстетический эффект от внедрения сложной бионической структуры в стандартизированную городскую среду.

Ключевые результаты:

1. Аналитический обзор архитектурных объектов на основе ботанических прототипов

Для формирования методологической базы последующего параметрического моделирования был проведен ретроспективный и морфологический анализ мировой архитектурной практики, обращающейся к флористической биомиметике [3, 10]. Выявлено, что трансляция растительных форм в архитектуру осуществляется на нескольких уровнях: от визуально-символического до структурно-кинематического [4]. В качестве репрезентативных примеров рассмотрены следующие объекты:

- **Храм Лотоса (Lotus Temple, Дели, Индия; арх. Ф. Сахба).** Формообразование объекта всецело базируется на морфологии цветка лотоса, выступающего символом духовной чистоты. Конструктивная структура здания образована 27 лепесткообразными элементами, облицованными белым мрамором и объединенными в девять симметричных групп. Данный прецедент демонстрирует метод прямой трансляции органической симметрии и сакральной природной геометрии в монументальную архитектурную форму [9].
- **Олимпийский спортивный центр (Hangzhou Olympic Sports Center, Ханчжоу, Китай; арх. NBBJ и CCDI).** В основе объемно-пространственной композиции фасадов и покрытия также заложен мотив лотоса. Однако в данном случае элемент «лепестка» интерпретирован посредством создания обтекаемых параметрических оболочек. Подобный подход позволяет не только отразить локальный культурный контекст, но и подчеркнуть визуальную динамику и тектоническую легкость большепролетной конструкции [6].
- **Спортивная арена Цичжун (Qizhong Forest Sports City Arena, Шанхай, Китай; арх. ECADI).** Объект выступает примером высокотехнологичного функционального применения ботанического прототипа. Покрытие арены состоит из восьми трансформируемых стальных «лепестков». Алгоритм их движения концептуально имитирует раскрытие цветка магнолии. В данном проекте природная форма применена не только в качестве эстетического приема, но и переведена в сложную инженерно-кинематическую систему, обеспечивающую утилитарную трансформацию сооружения в зависимости от погодных условий [4, 10].

Таким образом, анализ аналогов подтверждает, что использование флористической морфологии обладает высоким потенциалом как для решения визуально-эстетических, так и сложных функционально-конструктивных задач в современной архитектуре.

2. Рабочий прототип в Grasshopper:

Генерация бионической формы малого архитектурного объекта (уличного фонаря) осуществлялась в среде визуального программирования Grasshopper с применением методов алгоритмического моделирования [5, 12]. Процесс создания рабочего прототипа был разделен на несколько взаимосвязанных этапов:

- **Трансляция флористической морфологии (генерация паттерна).** В качестве основы для интерпретации структуры внутреннего узора лепестка дурмана применялась математическая модель разбиения пространства — диаграмма Вороного (ноды *Populate 2D* и *Voronoi*). Созданная клеточная структура позволила сымитировать органическую сеть жилкования растения. Плотность распределения и масштаб ячеек параметризованы, что обеспечивает возможность симуляции естественного ритма биологического роста [7, 8].
- **Формирование пластики и радиального роста.** Имитация радиального развития лепестка достигалась посредством геометрического масштабирования ячеек относительно их центров масс (компоненты *Area, Centroid* и *Scale*). Для переноса плоского двумерного паттерна на сложную криволинейную поверхность будущего плафона был применен алгоритм проекционного морфинга (компонент *Surface Morph*). Данный метод позволяет адаптировать топологию сетки к искривленным формам без нарушения её структурной целостности [8].

- **Кинематика формы (гравитационное вытягивание).** Эффект органического «раскрытия» цветка смоделирован через векторную экструзию отдельных элементов паттерна (компоненты *Unit Z* и *Extrude*). Направленное выдавливание ячеек задает объемность структуры, визуально транслируя процесс роста. Управление вектором и амплитудой деформации осуществлялось алгоритмически на основе анализа поверхностных кривизн [13].

- **Интеграция эстетики ар-нуво.** Вычислительная геометрия была концептуально подчинена принципам стиля модерн. Сгенерированные алгоритмом объемы прошли стадию сглаживания и оптимизации кривых для достижения характерной асимметрии, текучести и пластичности линий, свойственных исторической стилизации природных мотивов.

- **Функциональная интеграция фотоэлектрических систем (BIPV).** Заключительным этапом алгоритма стала техническая адаптация верхней оболочки фонаря под размещение солнечных панелей. Оптимальные зоны для инсоляции вычислялись алгоритмическим путем на основе оценки ориентации векторов нормалей поверхности к зениту. Это позволило гармонично внедрить энергоэффективный слой в бионическую структуру без ущерба для ее эстетики [11].

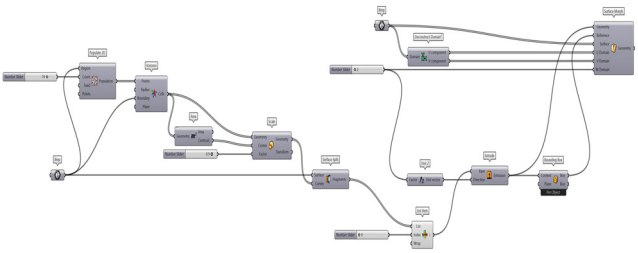


Рис. 1. Рабочий прототип в Grasshopper

Рис. 2. Процесс разработки проектной идеи

3. Апробация на кейсе (проект малой архитектурной формы)

Для верификации разработанного алгоритма и оценки его эффективности была проведена практическая апробация на примере концепции малой архитектурной формы (МАФ). С целью получения объективных эмпирических данных был организован опрос профильной фокус-группы (n = 7), в состав которой вошли практикующие молодые архитекторы, дизайнеры, а также студенты старших курсов профильных направлений.

Исследование базировалось на методах анкетирования и визуального сопоставления. Респондентам предлагалось оценить три варианта объекта, сгенерированных на разных этапах усложнения алгоритма. Оценка производилась по двум ключевым метрикам: эстетическая выразительность (по 5-балльной шкале Ликерта, где 1 — минимальная, 5 — максимальная) и уровень узнаваемости природного прототипа (цветка дурмана). Результаты количественной оценки представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты экспертной оценки сценариев параметрической генерации МАФ

Сценарий алгоритмического моделирования	Эстетическая выразительность (баллы, M ± SD)*	Узнаваемость биоморфного прототипа (%)
1. Базовый: исключительно функционально-утилитарные параметры	2.3 ± 0.4	15%
2. Промежуточный: интеграция визуальных параметрических паттернов	3.8 ± 0.5	46%
3. Комплексный: синтез морфологии, функции и стилистики ар-нуво	4.6 ± 0.3	81%

*Примечание: M — среднее значение, SD— стандартное отклонение.

Анализ полученных данных (табл. 1) демонстрирует прямую корреляцию между сложностью параметрического алгоритма и качеством восприятия объекта. Исключительно утилитарный подход (Сценарий 1) ожидаемо показал низкую эстетическую оценку (2.3 балла) и практически нулевую связь с природным аналогом. Наслоение поверхностных паттернов (Сценарий 2) существенно повысило эстетическую привлекательность, однако узнаваемость прототипа осталась на уровне ниже 50%, что говорит о недостаточной глубине биомиметической интеграции [4].

Наивысшие показатели зафиксированы при реализации комплексного биомиметического сценария (Сценарий 3). Оценка в 4.6 балла при минимальном стандартном отклонении (± 0.3) свидетельствует о высоком консенсусе среди экспертов относительно визуальной ценности объекта. При этом узнаваемость природного образа достигла 81%. Это эмпирически подтверждает, что синтез глубинной структурной морфологии растения и стилистических принципов модерна, реализованный средствами вычислительного проектирования, позволяет создавать выразительные архитектурные формы, считываемые на ассоциативном уровне [9].

Заключение

В ходе проведенного исследования была успешно решена задача концептуального и алгоритмического перевода сложной ботанической формы (на примере морфологии цветка дурмана) в параметрическую архитектурную модель. Доказано, что применение принципов биомиметики в синергии с инструментами визуального программирования (Rhinoceros и Grasshopper) позволяет уйти от поверхностного визуального цитирования природных аналогов к созданию глубоко продуманных, структурно-обоснованных геометрических систем.

Результаты практической апробации продемонстрировали, что наибольшей эстетической ценностью обладает комплексный подход к формообразованию. Синтез утилитарной функции, математически выверенной биоморфной сетки и стилистических принципов ар-нуво позволил достичь высоких показателей визуальной выразительности объекта (4.6 балла из 5) и обеспечить 81% узнаваемости природного прототипа у профильной фокус-группы.

Разработанный генеративный алгоритм обладает высокой степенью адаптивности. Интеграция в модель системы вычисления оптимальной инсоляции (нормалей поверхностей) доказывает возможность гармоничного внедрения BIPV-технологий (фотоэлектрических систем) в сложные криволинейные оболочки. Таким образом, созданная малая архитектурная форма отвечает не только современным эстетическим запросам на индивидуализацию городской среды, но и принципам устойчивого развития и энергоэффективности.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении связаны с масштабированием разработанного алгоритма для проектирования большепролетных самонесущих оболочек и павильонов, а также с проведением прочностных расчетов параметрической геометрии в специализированных инженерных САПР.

Литература

1. ГОСТ Р 10.0.02-2019. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Термины и определения. – Введен 2019-12-17. – М. : Стандартинформ, 2019.

2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с изменениями № 1, 2, 3). – Введен 2017-06-04. – М. : Минстрой России, 2016.

3. Валиева А. С., Шумуртова Е. В., Медведева М. С. Архитектура подражания: бионические формы в архитектуре // Потенциал интеллектуально одарённой молодежи – развитию науки и образования : материалы VIII Международного научного форума. Т. 1. – Астрахань : АГАСУ, 2019. – С. 188–192.

4. Зверев С. А. Бионические приемы формообразования в современной архитектуре // Наука, образование и экспериментальное проектирование : тезисы докладов международной научно-практической конференции. Т. 1. – М. : МАРХИ, 2017. – С. 222–223.

5. Ларин В. С., Клашанов Ф. К. Параметрическое моделирование в связке трех аппаратных комплексов ArchiCAD, Rhinoceros, Grasshopper // Студенческий. – 2019. – № 10 (54). – С. 6–11.

6. Маханова А. А. Бионика в архитектуре: новые стандарты проектирования // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития : материалы международной научно-практической конференции. – Тюмень : ТИУ, 2024. – С. 385–391.

7. Пегов Р. А. Параметрическое моделирование в CAD-системах // Компьютерная интеграция производства и ИПИ-технологии : сборник материалов IX Всероссийской конференции. – Оренбург : ОГУ, 2019. – С. 475–477.

8. Смирнова Я. А., Школяр Ф. С. Параметрическое моделирование сложных геометрических форм и приложение к ним нагрузок в среде визуального программирования Grasshopper // Неделя науки Инженерно-строительного института – 2025 : сборник материалов Всероссийской конференции. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. – С. 489–491.

9. Уморина Ж. Э. Методика проектирования бионической архитектуры // Теория современного города: прошлое, настоящее, будущее : материалы Всероссийской научной конференции. – Екатеринбург : УрГАХУ, 2019. – С. 93–95.

10. Чуйкова Д. В. Бионическая архитектура: аналоги природных форм в архитектурном пространстве // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2024. – № 1. – С. 546–548.

11. Freitas J. A. S., Cronemberger J., Soares R. M., Amorim C. N. D. Modeling and assessing BIPV envelopes using parametric Rhinoceros plugins Grasshopper and Ladybug // Renewable Energy. – 2020. – Vol. 160. – P. 1468–1479.

12. Liu H., Jiang Yu. The parametric modeling of one heterotypic building basing on Rhino and Grasshopper // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – 2017. – Т. 2. – С. 202–207.

13. Oh Y. E., Lee H. Developing design methods & Grasshopper algorithm for swarm intelligence-based parametric facade pattern // Journal of the Korean Institute of Interior Design. – 2021. – Vol. 30. – No. 3. – P. 109–122.

Principles of Transforming Botanical Images in Parametric Architecture

Golik M.V., Gorodova M.N., Arkhipova A.V.
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

JEL classification: L61, L74, R53

This article is devoted to the development and testing of a methodology for transforming complex botanical forms into parametric architecture using the example of small architectural forms (SAF). The morphology of the datura flower is considered as a biomorphic prototype. The research problem is to overcome the visual monotony of the urban environment by introducing unique, structurally sound objects. Using visual programming tools (Rhinoceros + Grasshopper), a generative algorithm was developed that translates natural geometry into a supporting structure stylistically linked to Art Nouveau principles. Practical testing of the methodology was conducted using a focus group (n=7), which evaluated three object generation scenarios. The results showed that the integrated biomimetic approach yielded the highest aesthetic rating (4.6 out of 5) and natural image recognition (81%). It was proven that the synthesis of biomimetics, parametric modeling, and stylization allows for the creation of not only visually expressive but also functionally adaptive architectural forms that meet sustainable development principles.

Keywords: Parametric architecture, biomimetics, generative design, form generation, Grasshopper, small architectural forms (SAF), plant morphology, Voronoi diagram.

References

1. GOST R 10.0.02-2019. System of standards for information modeling of buildings and structures. Terms and definitions. – Introduced on December 17, 2019. – Moscow: Standartinform, 2019.
2. SP 20.13330.2016. Loads and impacts. Updated version of SNiP 2.01.07-85* (with amendments No. 1, 2, 3). – Introduced on June 4, 2017. – Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2016.
3. Valieva A. S., Shumurtova E. V., Medvedeva M. S. Architecture of imitation: bionic forms in architecture // The potential of intellectually gifted youth – for the development of science and education: Proceedings of the VIII International Scientific Forum. T. 1. – Astrakhan: AGASU, 2019. – P. 188–192.
4. Zverev S. A. Bionic methods of form-building in modern architecture // Science, education, and experimental design: abstracts of reports from the international scientific and practical conference. T. 1. – Moscow: MARCHI, 2017. – P. 222–223.
5. Larin V. S., Klashanov F. K. Parametric modeling in a bundle of three hardware systems ArchiCAD, Rhinoceros, and Grasshopper // Student. – 2019. – No. 10 (54). – P. 6–11.
6. Makhanova A. A. Bionics in architecture: new design standards // Architecture and architectural environment: issues of historical and modern development: materials of the international scientific and practical conference. – Tyumen: TIU, 2024. – pp. 385–391.
7. Pegov R. A. Parametric modeling in CAD systems // Computer integration of production and IPI technologies: collection of materials of the IX All-Russian conference. – Orenburg: OSU, 2019. – pp. 475–477.
8. Smirnova Ya. A., Shkolyar F. S. Parametric modeling of complex geometric shapes and application of loads to them in the Grasshopper visual programming environment // Science Week of the Civil Engineering Institute – 2025: collection of materials of the All-Russian conference. – St. Petersburg. : POLITEKH-PRESS, 2025. – P. 489–491.
9. Umorina J. E. Methodology for designing bionic architecture // Theory of the modern city: past, present, future: Proceedings of the All-Russian scientific conference. – Ekaterinburg: USAU, 2019. – P. 93–95.
10. Chuykova D. V. Bionic architecture: analogs of natural forms in architectural space // Scientific progress – creativity of the young. – 2024. – No. 1. – P. 546–548.
11. Freitas J. A. S., Cronemberger J., Soares R. M., Amorim C. N. D. Modeling and assessing BIPV envelopes using parametric Rhinoceros plugins Grasshopper and Ladybug // Renewable Energy. – 2020. – Vol. 160. – P. 1468–1479.
12. Liu H., Jiang Yu. The parametric modeling of one heterotypic building basing on Rhino and Grasshopper // New ideas for the new century: Proceedings of the international scientific conference of the FAD TONU. – 2017. – Vol. 2. – P. 202–207.
13. Oh Y. E., Lee H. Developing design methods & Grasshopper algorithm for swarm intelligence-based parametric facade pattern // Journal of the Korean Institute of Interior Design. – 2021. – Vol. 30. – No. 3. – P. 109–122.

Анализ транспортного потока с использованием методов компьютерного зрения

Куликов Михаил Александрович
старший преподаватель, Волгоградский государственный технический университет, mkulikov1997@mail.ru,

Голых Олег Владимирович
кандидат технических наук, доцент, учёный секретарь кафедры строительной механики, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, strojmech@spbgasu.ru,

Хмызов Даниил Андреевич
специалист-эксперт, Волгоградский государственный технический университет, daniil.khmyzov@gmail.com,

Шаповалов Сергей Сергеевич
специалист-эксперт, Волгоградский государственный технический университет, shapovalov.Sergey2016@yandex.ru,

Осадчий Илья Васильевич
специалист-эксперт, Волгоградский государственный технический университет, ilya_osadchiy_02@mail.ru

В работе рассматривается задача анализа транспортного потока на основе видеоданных с использованием методов компьютерного зрения. Предложен метод, основанный на интеграции нейросетевой детекции объектов и алгоритмов многообъектного отслеживания. В качестве детектора используется модель YOLO, обеспечивающая высокую скорость и точность обнаружения транспортных средств, а для построения траекторий применяется алгоритм Deep SORT с использованием фильтра Калмана.
Ключевым элементом метода является формализация события подсчёта транспортных средств на основе пересечения контрольной линии, что позволяет исключить повторный учёт объектов и повысить точность анализа. Разработана математическая модель, описывающая процесс детекции, отслеживания и подсчёта объектов в видеопоследовательности.
Проведены экспериментальные исследования, показавшие, что предложенный метод обеспечивает высокую точность детекции (до 90%) и низкую ошибку подсчёта (менее 10%) при различных условиях съёмки. Полученные результаты подтверждают эффективность подхода и возможность его применения в задачах интеллектуального мониторинга дорожного движения.
Ключевые слова: компьютерное зрение, анализ транспортного потока, детекция объектов, YOLO, Deep SORT, отслеживание объектов, фильтр Калмана, подсчёт объектов, видеопоток, интеллектуальные транспортные системы

Введение

В условиях интенсивного развития городской инфраструктуры и увеличения плотности транспортных потоков особую актуальность приобретают задачи мониторинга и анализа дорожного движения. Эффективное управление транспортными потоками требует получения достоверных и оперативных данных о количестве, типах и направлениях движения транспортных средств.

Традиционные методы сбора информации, такие как индукционные петли, радарные датчики и ручной подсчёт, обладают рядом недостатков, включая высокую стоимость установки, ограниченную масштабируемость и недостаточную информативность.

Современные методы компьютерного зрения позволяют решать данные задачи на основе анализа видеопотока [6, 12], обеспечивая автоматическую детекцию транспортных средств, их классификацию, отслеживание движения и подсчёт количества объектов.

Целью данной работы является разработка метода анализа транспортного потока на основе обработки видеоданных с использованием современных алгоритмов детекции и отслеживания объектов.

Научная новизна работы заключается в формализации метода подсчёта транспортных средств на основе анализа траекторий движения объектов и интеграции нейросетевой детекции с алгоритмами многообъектного отслеживания.

Практическая значимость состоит в возможности применения предложенного метода в системах интеллектуального управления дорожным движением.

В отличие от существующих подходов, предлагаемый метод основан на анализе траекторий движения объектов и формализации события подсчёта, что позволяет повысить точность оценки транспортного потока.

Материалы и методы исследования

В рамках данной работы рассматривается задача автоматического анализа транспортного потока на основе видеоданных.

Необходимо разработать метод, позволяющий:
- обнаруживать транспортные средства в видеопотоке;
- классифицировать их по типам;
- отслеживать движение объектов во времени;
- определять направление движения;
- выполнять подсчёт транспортных средств;
- формировать итоговую статистику.

Задача усложняется наличием шумов, перекрытий объектов, изменяющихся условий освещения и динамическим характером сцены.

Для корректного решения задачи требуется переход от анализа отдельных кадров к анализу траекторий движения объектов.

Предлагаемый метод основан на современных подходах к детекции и отслеживанию объектов [1, 3], адаптированных для задачи анализа транспортного потока.

Метод включает следующие компоненты:
- детекцию объектов на каждом кадре;
- построение траекторий движения;
- анализ пересечения контрольной линии;
- агрегирование статистики.

Результаты и обсуждение

Для формализации предлагаемого метода введём математическую модель процесса анализа транспортного потока, включающую этапы детекции объектов, их отслеживания и подсчёта на основе анализа траекторий.

Видеопоследовательность представляется как дискретный временной процесс:

$$I = \{I_t\}_{t=1}^{T},$$

где:
- I_t — кадр видеопотока в момент времени t;
- T — общее количество кадров.

Таким образом, задача анализа транспортного потока формализуется как обработка дискретной последовательности кадров видеопотока во времени.

Предлагаемый критерий подсчёта позволяет перейти от анализа отдельных детекций к анализу траекторий движения объектов, что является принципиальным отличием предлагаемого подхода от методов, основанных на покадровом анализе.

Процесс детекции объектов описывается отображением:

$$f_\theta: I_t \to D_t,$$

где:

- f_θ— нейросетевая модель детекции с параметрами θ;
- D_t— множество объектов, обнаруженных на кадре I_t.

Множество детекций определяется как:

$$D_t = \{d_i^t\}_{i=1}^{N_t},$$

где:

- N_t— количество объектов на кадре;
- d_i^t— i-я детекция.

Каждая детекция задаётся вектором:

$$d_i^t = (x_1, y_1, x_2, y_2, c_i, p_i),$$

где:

- (x_1, y_1)— координаты верхнего левого угла ограничивающего прямоугольника;
- (x_2, y_2)— координаты нижнего правого угла;
- c_i— класс объекта;
- $p_i \in [0,1]$— вероятность (уверенность) детекции.

Однако анализ отдельных детекций не позволяет корректно определить количество транспортных средств, так как один и тот же объект может наблюдаться на нескольких последовательных кадрах. В связи с этим необходимо перейти к построению траекторий движения объектов.

Задача отслеживания заключается в построении множества траекторий:

$$\mathcal{T} = \{\tau_j\}_{j=1}^{M},$$

где M— количество отслеживаемых объектов, τ_j— траектория j-го объекта.

Траектория задаётся как последовательность состояний:

$$\tau_j = \{(x_j^t, y_j^t)\}_{t=t_0}^{t_1},$$

где (x_j^t, y_j^t)— координаты центра объекта в момент времени t, t_0, t_1— моменты появления и исчезновения объекта.

Задача сопоставления детекций формулируется как задача оптимального назначения, решаемая с использованием классических методов оптимизации [11]:

$$\mathcal{A}_t = \arg\min \sum_{i,j} c_{ij}\, x_{ij},$$

где:

- c_{ij}— стоимость сопоставления i-й детекции и j-го трека;
- $x_{ij} \in \{0,1\}$— бинарная переменная соответствия;
- $\mathcal{A}_t$— оптимальное сопоставление на шаге t.

Для повышения устойчивости отслеживания используется динамическая модель движения объекта, основанная на фильтре Калмана [5].

Состояние объекта описывается вектором:

$$x_k = [x, y, v_x, v_y]^T,$$

где x, y— координаты центра объекта, v_x, v_y— скорости движения.

Эволюция состояния описывается уравнением:

$$x_k = Ax_{k-1} + w_k,$$

где A— матрица перехода состояния, w_k— шум процесса.

Наблюдаемое состояние определяется как:

$$z_k = Hx_k + v_k,$$

где H— матрица наблюдения, v_k— шум измерений.

Использование данной модели позволяет учитывать динамику движения объектов и компенсировать ошибки детекции.

Ключевым элементом предлагаемого метода является формализация события подсчёта транспортного средства.

Вводится контрольная линия:

$$y = L,$$

где L— фиксированная координата по оси y.

Подсчёт выполняется не по факту обнаружения объекта, а по факту пересечения его траекторией контрольной линии. Для этого вводится функция:

$$C(\tau_j) = \begin{cases} 1, & y_{t-1} < L \wedge y_t \geq L \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

где y_t, y_{t-1}— координаты центра объекта на текущем и предыдущем кадрах соответственно.

Такой подход позволяет исключить повторный подсчёт одного и того же объекта и корректно учитывать направление движения [9].

Общее количество транспортных средств определяется как:

$$N = \sum_{j=1}^{M} C(\tau_j),$$

где N— итоговое число объектов, пересёкших контрольную линию.

Для обеспечения корректности сопоставления объектов и оценки качества работы метода используются дополнительные метрики.

Для оценки совпадения областей и сопоставления объектов широко используется метрика Intersection over Union [6]:

$$IoU = \frac{S_{intersection}}{S_{union}},$$

где $S_{intersection}$— площадь пересечения, S_{union}— площадь объединения.

Для оценки качества детекции используются стандартные метрики:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}, Recall = \frac{TP}{TP + FN},$$

$$F1 = 2 \cdot \frac{Precision \cdot Recall}{Precision + Recall}.$$

Производительность системы оценивается как:

$$FPS = \frac{N}{T},$$

где N— количество обработанных кадров, T— время обработки.

Таким образом, предложенная математическая модель описывает полный процесс анализа транспортного потока: от детекции объектов и построения траекторий до формализации события подсчёта и вычисления итоговой статистики.

Алгоритмическая реализация

На основе предложенной модели разработан алгоритм анализа транспортного потока.

Алгоритм анализа транспортного потока

Вход: видеопоследовательность $I = \{I_t\}$

Для каждого кадра I_t:

1. Выполнить детекцию объектов: $D_t = f(I_t)$
2. Выполнить сопоставление с предыдущими объектами
3. Обновить состояния траекторий
4. Проверить пересечение контрольной линии
5. Обновить счётчики

Выход: итоговое количество объектов N.

Пример работы алгоритма детекции объектов на последовательных кадрах представлен на рисунке 1.

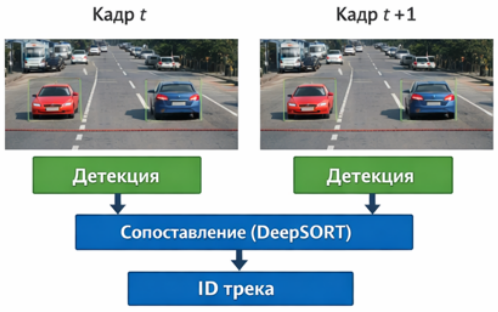


Рисунок 1 — Детекция и отслеживание объектов в видеопоследовательности

Система включает следующие модули:

- модуль детекции;
- модуль трекинга;
- модуль анализа траекторий;
- модуль подсчёта.

Обзор используемых методов

Для детекции используется модель YOLOv8 [2], относящаяся к одношаговым детекторам, развитие которых представлено в работах [1, 7, 8]. Модель обеспечивает высокую скорость обработки и точность, что делает её пригодной для анализа видеопотока в реальном времени.

Для отслеживания используется алгоритм Deep SORT [3], основанный на расширении метода SORT [4], который формирует устойчивые траектории объектов.

Алгоритм использует:

- геометрическое сопоставление;
- динамическую модель движения;
- признаки внешнего вида.

Современные методы отслеживания, основанные на объединении детекции и анализа внешнего вида объектов, также рассматриваются в работе [10]. Динамика объектов моделируется с использованием фильтра Калмана, обеспечивающего предсказание положения и устойчивость к шумам. Задача сопоставления решается как задача оптимального назначения.

Экспериментальные исследования и анализ результатов

Целью экспериментального исследования является оценка эффективности предложенного метода анализа транспортного потока по следующим критериям:

- точность детекции объектов;
- корректность отслеживания;
- точность подсчёта транспортных средств;
- устойчивость метода к изменениям условий съёмки;
- производительность системы.

Для проведения экспериментов использовались видеозаписи дорожных сцен, характеризующиеся следующими параметрами:

- разрешение: 1280×720 и 1920×1080;
- частота кадров: 25–30 FPS;
- длительность: от 1 до 10 минут;
- условия съёмки:

-дневное освещение;

- вечернее освещение;
- различная плотность транспортного потока.

На видео присутствуют транспортные средства следующих классов:

- легковые автомобили;
- автобусы;
- грузовые автомобили.

Для оценки качества работы системы использовалась ручная разметка (ground truth).

Для оценки качества детекции используются стандартные метрики, широко применяемые в задачах компьютерного зрения [13].

Абсолютная ошибка:

$$E = | N_{pred} - N_{true} |$$

Относительная ошибка:

$E_{rel} = \frac{|N_{pred} - N_{true}|}{N_{true}}$ В результате экспериментов получены следующие усреднённые показатели:

- точность детекции: 88–92%;
- полнота: 85–90%;
- F1-мера: около 0.9;
- относительная ошибка подсчёта: 4–8%.

Зависимость точности и полноты детекции от плотности транспортного потока представлена на рисунке 2.

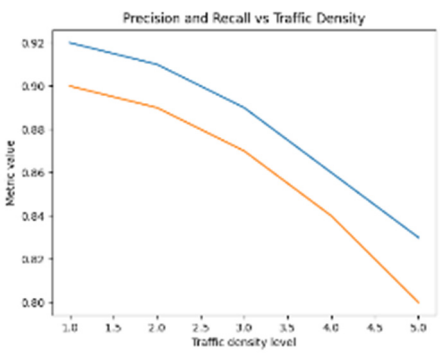


Рисунок 2 — Зависимость точности (Precision) и полноты (Recall) от плотности транспортного потока

Анализ результатов показал, что:

1. Наиболее высокая точность достигается при умеренной плотности транспортного потока.
2. При увеличении плотности наблюдается снижение точности вследствие перекрытия объектов.
3. Основными источниками ошибок являются:
   - частичное перекрытие транспортных средств;
   - временная потеря детекции;
   - сложные условия освещения.
4. Использование фильтра Калмана позволяет уменьшить влияние пропусков детекции и стабилизировать траектории.

Распределение ошибки подсчёта для различных видеозаписей представлено на рисунке 3.

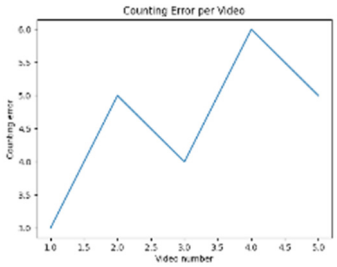


Рисунок 3 — Ошибка подсчёта транспортных средств для различных видеозаписей

Анализ производительности

Производительность системы оценивается через:

$$FPS = \frac{N}{T}$$

Результаты:

- CPU: 8–12 FPS
- GPU: 25–40 FPS

Зависимость производительности системы от разрешения входного видео представлена на рисунке 4.

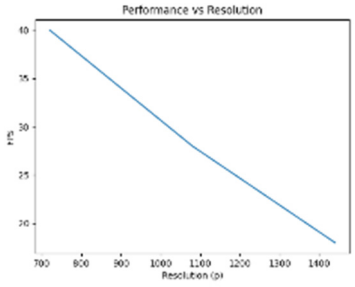


Рисунок 4 — Зависимость FPS от разрешения видео

Это подтверждает возможность применения метода в задачах, близких к реальному времени.

Выводы

Экспериментальные исследования подтверждают, что предложенный метод обеспечивает высокую точность и устойчивость анализа транспортного потока и может быть применён в практических задачах мониторинга дорожного движения.

Полученные результаты подтверждают, что предложенный метод обеспечивает устойчивый баланс между точностью и производительностью, что делает его пригодным для практического применения в системах мониторинга транспортного потока.

Литература

1. Годовников Е. А., Петухова О. А., Пронькина Т. В., Усманов Р. Т., Шицелов А. В. Разработка автоматизированной системы определения транспортного потока на видеозаписи с использованием нейронной сети // Вестник Югорского государственного университета. 2021. Вып. 4 (63). С. 47-54.
2. Тукмачева Ю. А. Обзор алгоритмов, используемых для определения интенсивности дорожного движения на перекрестке // Евразийское научное объединение. 2021. № 8-1 (78). С. 61-64.
3. Тормозов В. С. Автоматизированное детектирование и классификация объектов в транспортном потоке на спутниковых снимках города // Программные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 2. С. 246-254.
4. Низяева Ю. Д., Слободчиков Н. А. Опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем в городскую инфраструктуру // Системный анализ и логистика. 2022. № 2. С. 50-55.
5. Шемякин А. В., Успенский И. А., Рябчиков Д. С., Тимакина А. А., Ключникова И. Д. Обоснование методики проведения исследования интенсивности транспортных потоков // Воронежский научно-технический вестник. 2023. № 3. С. 77-86.
6. Епифанов В. А., Темкин И. О., Кальгов И. В. Процедура автоматического безрадарного определения скорости мобильных объектов с использованием стационарной камеры // Программные продукты и системы. 2023. Т. 36. № 1. С. 165-174.
7. Кукоба И. А. Автоматизированный подсчет транспортных средств на основе компьютерного зрения. Анализ и расчет коэффициента загруженности автомобильной дороги // Актуальные исследования. 2023. № 49 (179). Ч. I. С. 54-57.

8. Кириллова Т. К., Пономарев И. А. Распознавание образов камерами дорожного движения // Молодая наука Сибири. 2023. № 3 (21). С. 344-349.

9. Хусаинов Р. М., Талипов Н. Г., Катасёв А. С., Шалаева Д. В. Интеллектуальная система анализа транспортных потоков в автоматизированных системах управления дорожным движением // Программные продукты и системы. 2024. Т. 37. № 1. С. 69-76.

10. Копылов С. В., Федоров Я. В. Анализ транспортного потока ледовых автозимников с применением компьютерного зрения в условиях холодного климата // Транспортные сооружения. 2024. Т. 11. № 4. С. 1-12.

11. Кузнецов А. А. Применение искусственного интеллекта для решения проблемы переполненности и длительности ожидания общественного транспорта // Научный аспект. 2024. Т. 44. № 6. С. 5504-5508.

12. Диденко Д. Н. Искусственный интеллект на транспорте сегодня // Актуальные исследования. 2025. № 2 (237). Ч. II. С. 65-70.

13. Игнатенко Е. И., Новиков А. Н., Клявин В. Э., Сысоев А. С. Интеллектуальная транспортная система на основе светофорных объектов с адаптивным управлением // Мир транспорта и технологических машин. 2025. № 3-2 (90). С. 109-115.

14. Карбышев А. В., Рязанова А. В. Разработка и внедрение системы планирования общественного городского транспорта на основе искусственного интеллекта для умных городов // Транспортное дело России. 2025. № 2. С. 281-285.

15. Терентьев Е. О. Применение нейросетевых алгоритмов в автоматизированных системах прогнозирования и предотвращения аварий на объектах нефтегазовой отрасли // Вопросы природопользования. 2025. Т. 4. № 2. С. 107-119.

Analysis of traffic flow using computer vision methods

Kulikov M.A., Golykh O.V., Kulikov M.A., Khmyzov D.A., Shapovalov S.S., Osadchiy Il.V.
Volgograd State Technical University

JEL classification: L61, L74, R53

This study examines the task of traffic flow analysis based on video data using computer vision methods. A method based on the integration of neural network object detection and multi-object tracking algorithms is proposed. The YOLO model is employed as the detector, which ensures high speed and accuracy of vehicle detection, while the Deep SORT algorithm using a Kalman filter is applied to construct trajectories.

A key element of the method is the formalization of the vehicle counting event based on crossing a control line, which eliminates repeated object counting and increases analysis accuracy. A mathematical model describing the process of detection, tracking, and counting of objects in a video sequence has been developed.

Experimental studies have shown that the proposed method provides high detection accuracy (up to 90%) and low counting error (less than 10%) under various shooting conditions. The results obtained confirm the effectiveness of the approach and the possibility of its application in intelligent road traffic monitoring.

Keywords: Computer vision, traffic flow analysis, object detection, YOLO, Deep SORT, object tracking, Kalman filter, object counting, video stream, intelligent transportation systems.

References

1. Godovnikov E. A., Petukhova O. A., Pronkina T. V., Usmanov R. T., Shitselov A. V. Development of an automated system for determining traffic flow on video recordings using a neural network // Bulletin of Yugra State University. 2021. Issue 4 (63). Pp. 47-54.
2. Tukmacheva Yu. A. Review of algorithms used for determining traffic intensity at an intersection // Eurasian Scientific Association. 2021. No. 8-1 (78). Pp. 61-64.
3. Tormozov V. S. Automated detection and classification of objects in the traffic flow on satellite images of the city // Software Products and Systems. 2022. Vol. 35. No. 2. Pp. 246-254.
4. Nizyaeva Yu. D., Slobodchikov N. A. Experience in implementing intelligent transport systems in urban infrastructure // System Analysis and Logistics. 2022. No. 2. Pp. 50-55.
5. Shemyakin A. V., Uspensky I. A., Ryabchikov D. S., Timakina A. A., Klyuchnikova I. D. Substantiation of the methodology for conducting a study of the intensity of traffic flows // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. 2023. No. 3. Pp. 77-86.
6. Epifanov V. A., Temkin I. O., Kalgov I. V. The procedure for automatic radarless determination of the speed of mobile objects using a stationary camera // Software Products and Systems. 2023. Vol. 36. No. 1. Pp. 165-174.
7. Kukoba I. A. Automated vehicle counting based on computer vision. Analysis and Calculation of the Road Traffic Load Factor // Actual Research. 2023. No. 49 (179). Part I. Pp. 54-57.
8. Kirillova T. K., Ponomarev I. A. Recognition of Traffic Cameras // Young Science of Siberia. 2023. No. 3 (21). Pp. 344-349.
9. Khusainov R. M., Talipov N. G., Katasyov A. S., Shalaeva D. V. Intelligent System for Analyzing Traffic Flows in Automated Traffic Management Systems // Software Products and Systems. 2024. V. 37. No. 1. Pp. 69-76.
10. Kopylov S. V., Fedorov Ya. V. Analysis of the transport flow of ice winter roads using computer vision in cold climate // Transport structures. 2024. Vol. 11. No. 4. Pp. 1-12.
11. Kuznetsov, A. A. Application of Artificial Intelligence to Solve the Problem of Crowdedness and Long Waiting Times on Public Transport // Scientific Aspect. 2024. Vol. 44. No. 6. Pp. 5504-5508.
12. Didenko, D. N. Artificial Intelligence in Transportation Today // Current Research. 2025. No. 2 (237). Part II. Pp. 65-70.
13. Ignatenko E. I., Novikov A. N., Klyavin V. E., Sysoev A. S. Intelligent Transport System Based on Adaptive Traffic Light Objects // World of Transport and Technological Machines. 2025. No. 3-2 (90). Pp. 109-115.
14. Karbyshev A. V., Ryazanova A. V. Development and Implementation of an Artificial Intelligence-Based Public Transportation Planning System for Smart Cities // Transport in Russia. 2025. No. 2. Pp. 281-285.
15. Terentyev E. O. Application of neural network algorithms in automated systems for forecasting and preventing accidents at oil and gas facilities // Environmental Management Issues. 2025. Vol. 4. No. 2. Pp. 107-119.

Совершенствование пожарной автоматики пожаро-взрывоопасных объектов хранения нефтепродуктов

Голякова Елена Ивановна
кандидат технических наук, кафедра пожарной и аварийной спасательной техники, «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России, elenagolyakova@inbox.ru,

Филкова Анастасия Петровна
старший преподаватель, кафедра пожарной и аварийной спасательной техники, «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России,

Снежко Александра Александровна
кандидат технических наук, доцент, кафедра общеинженерных дисциплин, «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России,

Малышевская Любовь Георгиевна
старший преподаватель кафедра общеинженерных дисциплин, «Сибирская пожарно-спасательная академия» ГПС МЧС России

В статье рассматриваются вопросы научно-практического обоснования параметров эффективной системы противопожарной защиты на опасных производственных объектах нефтяной промышленности. На основании эмпирических и аналитических исследований, а также в соответствии с проведенной оценкой функционирования системы пожарной автоматики на ООО «ВСТК» (Восточно-Сибирская топливная компания) в г. Чита был разработан **комбинированный способ пуска для дренчерных АУП резервуарного парка**. Авторами произведен **расчет времени срабатывания, гидравлических параметров системы, в том числе насосной станции с** подбором оборудования, соответствующим требованиям СП 485.1311500.2020. Разработанная система пожарной автоматики позволит обеспечивать надежность автоматического обнаружения и тушения пожара; зонированную противопожарную защиту, разделенную на четыре самостоятельные секции; а также резервирование насосного оборудования.

Ключевые слова: противопожарная защита, пожаро-взрывоопасные объекты, автоматическая установка пожаротушения, дренчерная система, насосная станция.

Введение

Создание эффективной системы противопожарной защиты на опасных производственных объектах нефтяной промышленности является необходимым условием их функционирования. Технологии в этой области постоянно совершенствуются, что позволяет отраслевым подразделениям обеспечить более надежный подход к эксплуатации оборудования, резко уменьшить количество аварий, вызванных глобальными пожарами или локальными возгораниями, и, самое главное, защитить персонал от несчастных случаев, влияющих не только на здоровье, но и их жизнь.

Установка на объектах систем защиты от пожаров (автоматической пожарной сигнализации, пожаротушения, противодымовой защиты, оповещения и управления эвакуацией и т.д.) является ключевым шагом в предотвращении пожаров, сохранении жизней и минимизации ущерба от возможных пожаров [1].

В связи с вышеизложенным разработка эффективных систем пожарной безопасности на объектах нефтяной отрасли, в том числе, совершенствование систем пожарной автоматики на пожаро-взрывоопасных объектах хранения нефтепродуктов, является актуальной задачей.

Теоретические основы исследования

Объектом исследования являлась пожарная автоматики топливного комплекса ООО «Восточно-Сибирская топливная компания» (ООО «ВСТК») в г. Чита Забайкальского края, предназначенного для приема, хранения, подготовки и отгрузки нефтепродуктов. На территории предприятия размещены вертикальные стальные резервуары (РВС) общим объемом хранения до **10 000 м^3**. Парк разделен на две технологические секции:

1. **Секция светлых нефтепродуктов** для хранения бензинов (АИ-92, АИ-95) и дизельного топлива, оснащены плавающими крышами;
2. **Секция темных нефтепродуктов** для хранения котельного топлива (мазута).

В соответствии с требованиями Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2] и СП 12.13130.2009 [3], помещения и здания ООО «ВСТК» классифицируются следующим образом:

1. **Резервуарный парк, зона налива эстакады, насосная станция** отнесены к **категории А** (повышенная взрыво-пожароопасность) по взрыво-пожарной и пожарной опасности, т.к. в них обращаются легковоспламеняющиеся жидкости (бензин) с температурой вспышки не более 28°С;
2. **Склад запасных частей, гараж для автотехники** отнесены к **категории В** (пожароопасность), поскольку в них хранятся горючие жидкости (дизельное топливо, масла) и твердые горючие материалы;
3. **Административно-бытовой корпус** отнесен к **категории Д** (пониженная пожарная опасность).

Общая территория предприятия характеризуется как **взрывопожароопасная объект** I степени [4].

На объектах хранения нефтепродуктов, т.е. в резервуарных парках нефтебаз, применяются автоматические установки пожаротушения (АУП) для обнаружения и ликвидации возгораний. В состав АУП резервуаров входят:

- системы подачи огнетушащих веществ (ОТВ);
- средства обнаружения пожара;
- управляющая автоматика;
- устройства оповещения.

Основными огнетушащими веществами являются вода (для охлаждения) и пена (для изоляции поверхности горящего нефтепродукта от доступа кислорода). Автоматическая установка пожаротушения резервуара на ООО «ВСТК» включает в себя следующие компоненты:

- детекторы пожара (тепловые, дымовые, пламени) для обнаружения возгорания на ранней стадии;
- прибор приемно-контрольный пожарный (ППКП), обрабатывает сигналы от детекторов и формирует команды на включение АУП;
- узел управления (УУ);
- трубопроводная сеть;
- оросители (дренчерные или спринклерные), распыляют ОТВ на поверхность резервуара;
- насосная станция;

– резервуары с запасом воды и пенообразователя.

Оценка соответствия существующих систем требованиям нормативно-технической документации выявила ряд отклонений от норм:

– отсутствие дистанционного пуска;
– недостаточную интенсивность орошения;
– недостаточный противопожарный запас воды.

Согласно статье 103 Федерального закона №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2], пункту 8.1.3 СП 485.1311500.2020 [5], установки автоматического пожаротушения должны иметь **не менее двух видов побуждения (способов пуска),** независимых друг от друга. Основные требования:

– **автоматический пуск** - осуществляется от импульса, сформированного системой пожарной сигнализации или автоматическими пожарными извещателями;
– **дистанционный (ручной) пуск** - осуществляется персоналом с пульта управления в диспетчерской или с пожарного поста вне защищаемого помещения (зоны);
– **местный (локальный) пуск** - осуществляется непосредственно у защищаемого объекта или у узла управления установкой.

Для взрывопожароопасных объектов, к которым относятся резервуарные парки, **обязательными** являются автоматический и дистанционный способы пуска.

Результаты эмпирических исследований

Обследованием системы пожарной автоматики исследуемого объекта установлено, что существующая АУП резервуарного парка имеет следующие способы пуска[6]:

1. **Автоматический пуск,** осуществляется от тепловых извещателей через приемно-контрольный прибор;
2. **Местный пуск,** осуществляется с помощью механических устройств (тросовых, рычажных приводов), расположенных у узлов управления на территории парка.

Дистанционный пуск отсутствует, нет кнопок дистанционного пуска на диспетчерском пункте или пожарном посту. Существующая схема не соответствует требованиям п. 8.1.3 СП 485.1311500.2020, т.к. имеет только два вида побуждения, один из которых (местный) не является допустимой заменой дистанционного для данного класса объектов. Для устранения выявленного несоответствия предлагается внедрить **комбинированный способ пуска с тремя независимыми каналами (рисунок 1).**

Рис. 1 - Комбинированный способ пуска АУП резервуарного парка

Авторами был проведен расчет времени срабатывания системы. Общее время приведения АУП в действие ($T_{общ}$) складывалось из следующих параметров:

$T_{обн}$ - время обнаружения пожара извещателями (для пламени 3-10 сек);

$T_{фсп}$ - время формирования сигнала пуска ППКП и МПУ (2-3 сек);

$T_{сраб}$ - время срабатывания электромагнитного привода и открытия клапана УУ (2-5 сек);

$T_{нап}$ - время заполнения магистрали ОТВ до диктующего оросителя (зависит от длины и диаметра).

Для «сухой» системы $T_{нап}$ является наибольшей составляющей. Для трубопровода D = 150 мм, L = 200 м, при скорости V = 3 м/с:

$T_{нап} = L / V = 200 / 3 = 67$ сек

Для «мокрой» системы $T_{нап} = 0$.

Расчет времени срабатывания для предлагаемой системы (с учетом модернизации трубопроводов) был произведен по сумме составляющих:

$T_{общ} = T_{обн} + T_{фсп} + T_{сраб} + T_{нап} = 10 + 3 + 5 + 67 = 85$ сек

Данное значение соответствует нормативному требованию СП 485.1311500.2020 (не более 180 с) для дренчерных АУП.

Для защиты насосной станции выбрана **водяная дренчерная установка** по следующим причинам:

– система не имеет тепловых замков, что важно для помещений с быстрым развитием пожара;
– запуск только в аварийном отсеке без залива всей станции;
– тушение ЛВЖ (охлаждение), электрооборудования (распыленная вода), твердых материалов;
– отсутствие баллонов с газом, возможность частого тестирования.

Исходными данными для гидравлического расчета дренчерной системы являлись:

– площадь защищаемого помещения $S = 24 \cdot 18 = 432$ м²;
– высота помещения H = 8 м;
– категория помещения «А» (ЛВЖ);
– нормативная интенсивность орошения $J = 0,18$ л/(с·м²) (по СП 485.1311500.2020 для кат. А);
– площадь для расчета расхода F = 160 м² (по п. 7.1.2 СП 485.1311500.2020).

Нормативный расход: $Q_н = J \cdot F = 0,18 \cdot 160 = 28,8$ л/с

Площадь защиты одним оросителем при давлении 0,2 МПа и расстоянии между оросителями 3 м: $\omega = \pi \cdot R^2$, где R = 1,5 м (половина расстояния)

$\omega = 3,14 \cdot 1,5^2 = 7,07$ м²

Расход через один ороситель при P = 0,2 МПа:

$q_1 = 10 \cdot K \cdot \sqrt{P} = 10 \cdot 0,77 \cdot \sqrt{0,2} = 10 \cdot 0,77 \cdot 0,447 = 3,44$ л/с

Минимальное количество оросителей для нормативного расхода:

$n = Q_н / q_1 = 28,8 / 3,44 = 8,37 = 9$ шт

Фактическая площадь помещения 432 м² требует равномерного покрытия. При сетке 3·3 м:

– в длину 24 / 3 = 8 пролетов → 9 рядов оросителей;
– в ширину 18 / 3 = 6 пролетов → 7 рядов оросителей;
– **общее количество 9 · 7 = 63 оросителя.**

Разбиваем на 4 секции по 16 оросителей (одна секция резервная).

Гидравлический расчет производился для наиболее удаленной секции. *Схема распределительной сети приведена на рисунке 2.*

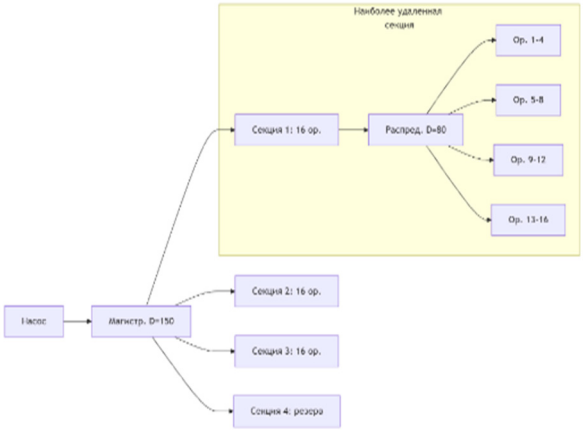


Рис.2. Схема распределительной сети наиболее удаленной секции

Суммарный расход ветки складывался из отдельно найденных расходов всех оросителей :

$Q_{ветки} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 3,44 + 3,66 + 4,02 + 4,27 = 15,39$ л/с

Общий расход секции: $Q_{секц} = 4 \cdot Q_{ветки} = 4 \cdot 15,39 = 61,56$ л/с

На основании гидравлического расчета был произведен выбор насосного оборудования.

Заключение

Таким образом, в результате научно-практических исследований и объективной оценки фактического состояния пожарной автоматики, а также проведенные гидравлические расчеты позволили разработать техническое решение - водяную дренчерную АУП для насосной станции с подбором оборудования, которое позволит обеспечить на конкретном объекте ООО «ВСТК» г. Чита Забайкальского края,:

- автоматическое обнаружение и тушение пожара;
- зонированную защиту (4 секции);
- резервирование насосного оборудования;
- соответствие нормативным требованиям (СП 485.1311500.2020).

Разработанное техническое решение будет передано руководству компании для внедрения в хозяйственную деятельность, а также может быть использовано на алогичных объектах хранения и переработки нефти.

Литература

1. Антонов А. В., Голякова Е. И., Сацук И. В., Филкова А. П. Краткий курс лекций по дисциплине «Производственная и пожарная автоматика»: Учебное пособие. – Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2022. – 296 с.– URL. https://sibpsa.ru/books/17_avtomatika.pdf.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022). – URL: https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/.
3. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изменениями). - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89061/.
4. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с изменениями). – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.- URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91544/.
5. СП 485.1311500.2020 Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования – М., 2020.- URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363050/.
6. Абдулина Г.С., Голякова Е.И. Совершенствование системы пожарной автоматики на производственных объектах нефтебазы (на примере ООО «Восточно-Сибирская топливная компания» // Студенческий вестник № 6 (386). - URL: https://www.google.com/search?q=6.

Improvement of fire-fighting automation systems of fire- and explosion-hazardous oil product storage facilities

Golyakova E.I., Filkova A.P., Snezhko A.A., Malyshevskaya Ly.G.

Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the issues of scientific and practical substantiation of the parameters of an effective fire protection system at hazardous production facilities in the oil industry. Based on empirical and analytical studies, as well as in accordance with the conducted assessment of the functioning of the fire automatics system at OOO VSTK (East Siberian Fuel Company) in the city of Chita, a combined method of starting up the deluge automatic fire control systems of the tank farm was developed. The authors calculated the response time and hydraulic parameters of the system, including the pumping station, with the selection of equipment that meets the requirements of SP 485.1311500.2020. The developed fire alarm system will ensure reliable automatic fire detection and suppression; zoned fire protection, divided into four independent sections; and redundant pumping equipment.

Keywords: Fire protection, fire and explosion hazardous facilities, automatic fire extinguishing system, deluge system, pumping station.

References

1. Antonov A. V., Golyakova E. I., Satsuk I. V., Filkova A. P. A short course of lectures on the discipline "Industrial and fire automation": Textbook. - Zheleznogorsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education SPSA GPS EMERCOM of Russia, 2022. – 296 p. .– URL. https://sibpsa.ru/books/17_avtomatika.pdf.
2. Technical regulations on fire safety requirements [Electronic resource]: Federal Law of July 22, 2008 No. 123-FZ (as amended on July 14, 2022). – URL: https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/ (date of access: January 11, 2026). – URL: https://rulaws.ru/laws/Federalnyy-zakon-ot-22.07.2008-N-123-FZ/.
3. SP 12.13130.2009. Definition of categories of premises, buildings and outdoor installations based on explosion and fire hazard (with amendments). - Moscow: FGU VNIIPO EMERCOM of Russia, 2009.-URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_89061/.
4. SP 5.13130.2009. Fire protection systems. Automatic fire alarm and fire extinguishing systems. Design standards and rules (with amendments). Moscow: Federal State Institution VNIIPO EMERCOM of Russia, 2009.- URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91544/.
5. SP 485.1311500.2020 Fire Protection Systems. Automatic Fire Extinguishing Systems. Design Standards and Rules – Moscow, 2020.- .- URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363050/.
6. Abdulina G.S., Golyakova E.I. Improvement of the fire automatics system at the production facilities of an oil depot (using the example of East Siberian Fuel Company LLC) // Student Bulletin No. 6 (386). - URL: https://www.google.com/search?q=6.

Применение 3D-печати в строительстве

Горбатенко Дмитрий Андреевич
магистр, каф. МДК институт ПГС, НИУ МГСУ dga060303@yandex.ru,

Пустенко Яков Витальевич
магистр, каф. ЖБК институт ПГС, НИУ МГСУ, pustenkoyv@gmail.com,

Володин Вячеслав Андреевич
магистр, каф. ЖБК институт ПГС, НИУ МГСУ, svolodinn@mail.ru,

Лазарева Арина Сергеевна
бакалавр, кафедра СиТМ, МГСУ, arina.lazarevaa@gmail.com,

Бурунов Александр Сергеевич
бакалавр, кафедра ЗИС РОАТ, РУТ (МИИТ), i@asburunov.ru

В статье рассмотрена перспектива использования аддитивных технологий строительства с позиции анализа эксплуатационных свойств изготавливаемых конструкций и сравнительной оценки целесообразности по сравнению со стройками, выполненными традиционным методом монолитного железобетона. Обобщён международный опыт и экспериментальные исследования с целью оценки физико-технических свойств и эффективности применения аддитивных технологий в строительстве. На основе изучения внедрения аддитивного строительства в России с учётом постановки Делового и инженерного совета России по стандартизации (ПНСТ 495-2020) по строениям, а также наборов правил отечественного строительства-архитектурных норм (в том числе СП 48.13330.2019 и СП 63.13330.2018). Выявлены положительные стороны применения 3D-печати: сокращение человеческого фактора и времени строительства объектов, оптимизация расходов строительного материала. Одновременно установлены недостатки и ограничения: анизотропия механических свойств, недостаточная регламентация, проблемы контроля качества. Предложено ориентиру 3D-синтеза, сочетающего армирование пескобетоном и определёнными диэлектрическими свойствами по желаемому направлению, повышающего надёжность конструкции. Сделан вывод о необходимости продолжения изучения и внедрения технологии в рамках пилотных проектов.

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивные технологии строительства, бетон, прочность, СП, ГОСТ, ПНСТ 495-2020, армирование, инновации, эффективность.

Применение трехмерной печати в строительной практике за последние годы приобрело статус одного из перспективных направлений развития отрасли, предоставляющего возможности для перехода к цифровым и автоматизированным технологиям производства строительной продукции. В отличие от традиционных методов возведения зданий, базирующихся на опалубках и ручном труде, в аддитивных технологиях конструкции формируются послойно на основе цифровой модели, что открывает новые горизонты в организации строительного производства. Несмотря на активную реализацию технологии в ряде стран, вопросы ее надежности, регламентации и экономической обоснованности остаются недостаточно раскрытыми, что ставит перед исследователями задачу комплексного рассмотрения.

В исследовании произведено сопоставление эксплуатационных характеристик конструкций, выполненных методом трехмерной печати, и традиционного монолитного железобетона. В качестве исходных данных использованы результаты экспериментальных исследований зарубежных исследовательских институтов, а также требования, закладываемые в ПНСТ 495-2020 «Аддитивное строительство», СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции» и СП 48.13330.2019 «Организация строительства». Анализ показал, что средняя прочность на сжатие материалов, полученных печатным бетоном, достигает 70, 90 % от прочности аналогичного литого бетона, что связано с послойным формированием структуры материала и присутствием межслоевых границ. Вместе с тем прочность на растяжение и сдвиг может быть снижена до 50, 60 % от нормативных значений, что свидетельствует о выраженной анизотропии прочностных свойств.

Рисунок 1 – Процесс возведения строительных конструкций методом 3D-печати (послойное формирование)

Дополнительные обоснования включали оценку технологических и экономических параметров. Установлено, что внедрение строительной трехмерной печати позволяет сократить сроки возведения коробки здания на 30, 60 % по сравнению с традиционными методами строительства, что подтверждается опытом реализации проектов в Китае, ОАЭ и странах Европейского союза. Экономия труда достигает 50, 70 % за счет автоматизации процессов, а расход материалов снижается на 20, 30 % вследствие отсутствия опалубки и более точного дозирования смеси. В то же время выявлено, что первоначальные затраты на оборудование и разработку проектной документации остаются высокими, что ограничивает широкое внедрение технологии.

Проведённый анализ позволил выделить основные преимущества применения трехмерной печати в строительстве. К ним относятся высокая скорость возведения объектов, минимизация влияния человеческого фактора, возможность реализации сложных архитектурных форм и снижение строительных отходов. Технология открывает возможности для индивидуализации проектных решений и интеграции с цифровыми системами проектирования, в том числе для Building Information Modeling (BIM).

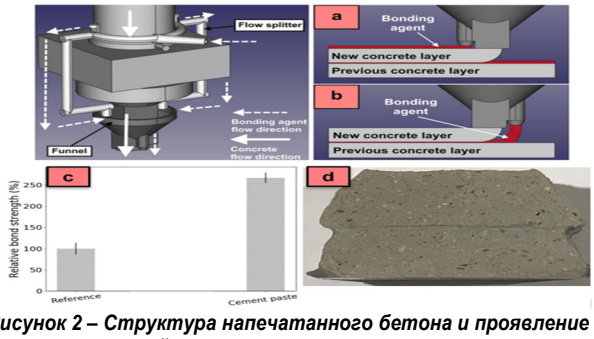


Рисунок 2 – Структура напечатанного бетона и проявление анизотропии свойств

Вместе с тем выявлены существенные недостатки, мешающие повсеместному распространению аддитивных технологий. Главная проблема, неоднородность структуры материала, обусловленная послойным способом формирования, что ведёт к снижению прочностных характеристик и долговечности конструкций. Добавочным затруднением является отсутствие единых методик расчёта и проектирования, поскольку действующие нормативные документы, например СП 63.13330.2018, не учитывают особенности работы слоистых конструкций. Также остаётся неурегулированной задача обеспечения контроля качества в процессе печатания, включая мониторинг свойств смеси и геометрии укладываемых слоёв.

На основании проведённого исследования предложено авторское решение, направленное на повышение надёжности конструкций, изготовленных методом трехмерной печати. Суть предложения заключается в комбинированном армировании печатных элементов с использованием дискретных волокон и локального стержневого армирования в зонах концентрации напряжений. Кроме того предлагается оптимизация траектории печати с точки зрения направления главных напряжений, что способствовало бы снижению негативного влияния межслоевых границ на прочностные характеристики. Реализация данной идеи могла бы позволить увеличить прочность на растяжение до 80, 85 % от уровня традиционно применяемого железобетона, существенно расширяя сферу применения технологии.

Рисунок 3 – Предлагаемая схема комбинированного армирования и оптимизации траектории печати

Для подтверждения технологической и конструктивной целесообразности применения 3D-печати в строительстве выполним расчет стенового фрагмента одноэтажного здания и сопоставим его с традиционной монолитной технологией. В качестве расчетного элемента принимается наружная стена длиной 10,0 м, высотой 3,0 м и толщиной 0,20 м. Объем конструкции составляет

$$V = L \cdot H \cdot \delta = 10{,}0 \cdot 3{,}0 \cdot 0{,}20 = 6{,}0\ \text{м}^3.$$

При традиционном монолитном способе дополнительно требуется устройство опалубки с двух сторон стены, при этом площадь опалубливаемой поверхности составит

$$A = 2 \cdot L \cdot H = 2 \cdot 10{,}0 \cdot 3{,}0 = 60\ \text{м}^2.$$

Для 3D-печати данная операция исключается, что является одним из ключевых технологических преимуществ метода. В литературе по строительной 3D-печати прямо отмечается, что extrusion-based 3D concrete printing не требует опалубки, а сокращение сроков связано в том числе с устранением операций по ее монтажу и демонтажу.

Производительность печати определим по геометрическим параметрам укладываемого валика и скорости перемещения сопла. Согласно экспериментальным работам, скорость печати для строительных смесей обычно рассматривается в диапазоне порядка 50–200 мм/с; для расчета примем среднее технологически реалистичное значение 150 мм/с. Примем также высоту слоя 20 мм и ширину укладываемого валика 50 мм. Тогда секундная производительность процесса составит

$$Q = v \cdot b \cdot h = 0{,}15 \cdot 0{,}05 \cdot 0{,}02 = 0{,}00015\ \text{м}^3/\text{с}.$$

В пересчете на час

$$Q_{\text{ч}} = 0{,}00015 \cdot 3600 = 0{,}54\ \text{м}^3/\text{ч}.$$

Тогда чистое время печати стены без учета технологических пауз равно

$$t = \frac{V}{Q_{\text{ч}}} = \frac{6{,}0}{0{,}54} = 11{,}1\ \text{ч}.$$

Если ввести коэффициент 1,15 на переналадку, стабилизацию подачи смеси и локальные остановки, общее время составит

$$t_{\text{общ}} = 11{,}1 \cdot 1{,}15 = 12{,}8\ \text{ч}.$$

Следовательно, расчетный стеновой элемент может быть изготовлен менее чем за одну рабочую смену с переходом на вторую, тогда как при монолитной технологии к времени бетонирования неизбежно добавляются процессы монтажа опалубки и организационные перерывы. Такой вывод согласуется с современными обзорами, где 3D-печать рассматривается как более быстрый и менее трудоемкий процесс по сравнению с традиционным бетонированием.

Далее оценим напряженное состояние стены от собственного веса. При расчетном удельном весе цементного композита, близком к тяжелому бетону, примем

$$\gamma = 24\ \text{кН/м}^3.$$

Тогда вертикальное напряжение в основании стены составит

$$\sigma = \gamma \cdot H = 24 \cdot 3{,}0 = 72\ \text{кПа} = 0{,}072\ \text{МПа}.$$

Даже если принять прочность печатного материала на сжатие на уровне 25 МПа, коэффициент запаса по осевому сжатию будет равен

$$n = \frac{25}{0{,}072} \approx 347.$$

Это показывает, что для малоэтажных объектов определяющим ограничением становится не столько сжатие стен от собственного веса, сколько межслоевая адгезия, растяжение, сдвиг и локальные зоны концентрации напряжений. Такой вывод соответствует современным исследованиям, где подчеркивается ортотропный характер 3D-печатного бетона и зависимость его работы от качества сцепления между слоями.

С учетом данных литературы примем, что межслоевая прочность на растяжение для 3D-печатного бетона обычно находится в интервале 1–4 МПа, а прочность на сдвиг — 2–7 МПа. Тогда при консервативном расчетном значении межслоевой прочности на растяжение 1,5 МПа основным резервом повышения надежности конструкции становится усиление межслоевого контакта и локальное армирование. В рамках авторского предложения примем, что комбинированное армирование дискретными волокнами и стержневыми вставками в опасных зонах дает повышение межслоевой прочности на 80 %. Тогда расчетное значение составит

$$R_{t,mod} = 1{,}5 \cdot 1{,}8 = 2{,}7\ \text{МПа}.$$

Такое значение уже попадает в верхнюю часть диапазона, фиксируемого в современных работах по улучшению межслоевого сцепления, и тем самым позволяет обосновать практическую состоятельность предложенного решения. Иначе говоря, смысл авторского предложения состоит не просто в усилении материала, а в переводе конструкции из зоны пониженной межслоевой надежности в зону значений, сопоставимых с лучшими экспериментальными результатами для 3D-печатных композитов.

Выполненный расчет показывает, что применение 3D-печати наиболее эффективно для стеновых элементов малоэтажных зданий, где преимущества бесопалубочного формования и высокой производительности проявляются наиболее полно. При этом несущая способность по сжатию для рассматриваемого элемента не является лимитирующим фактором, тогда как ключевую роль играет обеспечение межслоевой прочности и трещиностойкости. Следовательно, дальнейшее развитие технологии должно быть направлено не только на увеличение скорости печати, но и на совершенствование методов армирования, контроля качества и оптимизации траектории нанесения смеси, что соответствует как международному опыту, так и логике требований к надежности бетонных и железобетонных конструкций.

Таблица 1

Расчет технологических и прочностных параметров стенового элемента при 3D-печати

Параметр	Обозначение	Формула	Значение
Длина стены, м	L	–	10,0
Высота стены, м	H	–	3,0
Толщина стены, м	δ	–	0,20
Объем конструкции, м³	V	V = L·H·δ	6,0
Площадь опалубки (монолит), м²	A	A = 2·L·H	60
Скорость печати, м/с	v	–	0,15
Ширина слоя, м	b	–	0,05
Высота слоя, м	h	–	0,02
Производительность, м³/с	Q	Q = v·b·h	0,00015
Производительность, м³/ч	Qч	Qч = Q·3600	0,54
Время печати, ч	t	t = V / Qч	11,1
Коэффициент потерь времени	k	–	1,15
Общее время печати, ч	tобщ	tобщ = t·k	12,8
Удельный вес бетона, кН/м³	γ	–	24
Напряжение от собственного веса, МПа	σ	σ = γ·H	0,072
Прочность на сжатие, МПа	Rсж	–	25
Коэффициент запаса	n	n = Rсж / σ	347
Межслоевая прочность (исходная), МПа	Rt	–	1,5
Повышение прочности (%)	–	–	80 %
Модифицированная прочность, МПа	Rt,mod	Rt·1,8	2,7

Практическая ценность предложенного решения состоит в возможности его реализации в существующих технологических процессах без значительного удорожания. Использование фибробетонов и локального армирования соответствует требованиям СП 63.13330.2018 и могло бы быть адаптировано к условиям аддитивного производства. Помимо этого, оптимизация траектории печати может быть достигнута на уровне программных средств без проведения конструктивных изменений в оборудовании.

Итоговые положения проведённого исследования подтверждают, что технологии трехмерной печати обладают заметным потенциалом для трансформации строительного сектора, однако их внедрение должно сопровождаться развитием нормативной базы, совершенствованием материалов и методик контроля качества. Предложенное авторское решение способствует частично нивелировать обнаруженные недостатки и увеличить надёжность конструкций, что делает его перспективным направлением для дальнейших научных исследований и практической апробации.

Литература

1. ПНСТ 495–2020. Аддитивные технологии в строительстве. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2020.
2. СП 48.13330.2019. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М.: Минстрой России, 2019.
3. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – М.: Минстрой России, 2018.
4. ГОСТ 25192–2012. Бетоны. Классификация и общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2013.
5. ГОСТ 7473–2010. Смеси бетонные. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2011.
6. Buswell R. A., Leal de Silva W. R., Jones S. Z., Dirrenberger J. 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research // Cement and Concrete Research. – 2018. – Vol. 112. – P. 37–49.
7. Panda B., Tan M. J. Experimental study on mix proportion and fresh properties of fly ash based geopolymer for 3D concrete printing // Ceramics International. – 2018. – Vol. 44. – P. 10258–10265.
8. Tay Y. W. D., Panda B., Paul S. C., Noor Mohamed N. A., Tan M. J., Leong K. F. 3D printing trends in building and construction industry: a review // Virtual and Physical Prototyping. – 2017. – Vol. 12. – No. 3. – P. 261–276.
9. Khoshnevis B. Automated construction by contour crafting — related robotics and information technologies // Automation in Construction. – 2004. – Vol. 13. – No. 1. – P. 5–19.
10. Perrot A., Rangeard D., Pierre A. Structural build-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques // Materials and Structures. – 2016. – Vol. 49. – No. 4. – P. 1213–1220.
11. Lim S., Buswell R. A., Le T. T., Austin S. A., Gibb A. G. F., Thorpe T. Developments in construction-scale additive manufacturing processes // Automation in Construction. – 2012. – Vol. 21. – P. 262–268.
12. Wolfs R. J. M., Bos F. P., Salet T. A. M. Early age mechanical behaviour of 3D printed concrete: numerical modelling and experimental testing // Cement and Concrete Research. – 2018. – Vol. 106. – P. 103–116.

Application of 3D Printing in Construction

Gorbatenko D.A., Pustenko Ya.V., Volodin V.A., Lazareva A.S., Burunov A.S.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the potential use of additive construction technologies by analyzing the performance properties of manufactured structures and comparing their feasibility with those of traditional monolithic reinforced concrete construction. International experience and experimental studies are summarized to assess the physical and technical properties and effectiveness of additive technologies in construction. This article examines the implementation of additive construction in Russia, taking into account the requirements of the Business and Engineering Council of Russia for Standardization (PNST 495-2020) for buildings, as well as domestic construction regulations and architectural standards (including SP 48.13330.2019 and SP 63.13330.2018). The positive aspects of 3D printing are identified, including a reduction in human error and construction time, and optimization of building material costs. At the same time, disadvantages and limitations are identified, including anisotropy of mechanical properties, insufficient regulation, and quality control issues. A 3D synthesis approach combining sand-concrete reinforcement with specific dielectric properties in the desired direction is proposed, increasing structural reliability. It is concluded that further study and implementation of this technology through pilot projects is necessary.

Keywords: 3D printing, additive construction technologies, concrete, strength, SP, GOST, PNST 495-2020, reinforcement, innovation, efficiency.

References

1. PNST 495–2020. Additive Technologies in Construction. General Provisions. Moscow: Standartinform, 2020.
2. SP 48.13330.2019. Organization of Construction. Updated Edition of SNiP 12-01-2004. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2019.
3. SP 63.13330.2018. Concrete and Reinforced Concrete Structures. General Provisions. Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2018.
4. GOST 25192–2012. Concretes. Classification and General Technical Requirements. Moscow: Standartinform, 2013.
5. GOST 7473–2010. Concrete Mixtures. Specifications. Moscow: Standartinform, 2011.
6. Buswell R. A., Leal de Silva W. R., Jones S. Z., Dirrenberger J. 3D printing using concrete extrusion: A roadmap for research. Cement and Concrete Research, 2018, vol. 112, pp. 37–49.
7. Panda B., Tan M. J. Experimental study on mix proportion and fresh properties of fly ash based geopolymer for 3D concrete printing. Ceramics International, 2018, vol. 44, pp. 10258–10265.
8. Tay Y. W. D., Panda B., Paul S. C., Noor Mohamed N. A., Tan M. J., Leong K. F. 3D printing trends in building and construction industry: A review. Virtual and Physical Prototyping, 2017, vol. 12, no. 3, pp. 261–276.
9. Khoshnevis B. Automated construction by contour crafting — related robotics and information technologies. Automation in Construction, 2004, vol. 13, no. 1, pp. 5–19.
10. Perrot A., Rangeard D., Pierre A. Structural build-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques. Materials and Structures, 2016, vol. 49, no. 4, pp. 1213–1220.
11. Lim S., Buswell R. A., Le T. T., Austin S. A., Gibb A. G. F., Thorpe T. Developments in construction-scale additive manufacturing processes. Automation in Construction, 2012, vol. 21, pp. 262–268.
12. Wolfs R. J. M., Bos F. P., Salet T. A. M. Early age mechanical behaviour of 3D printed concrete: numerical modelling and experimental testing. Cement and Concrete Research, 2018, vol. 106, pp. 103–116.

Интеграция автоматизированных систем управления в инженерные сети

Горбатенко Дмитрий Андреевич
магистр, каф. МДК институт ПГС, НИУ МГСУ dga060303@yandex.ru,

Пустенко Яков Витальевич
магистр, каф. ЖБК институт ПГС, НИУ МГСУ, pustenkoyv@gmail.com,

Володин Вячеслав Андреевич
магистр, каф. ЖБК институт ПГС, НИУ МГСУ, svolodinn@mail.ru,

Лазарева Арина Сергеевна
бакалавр, кафедра СиТМ, МГСУ, arina.lazarevaa@gmail.com,

Бурунов Александр Сергеевич
бакалавр, кафедра ЗИС РОАТ, РУТ (МИИТ), i@asburunov.ru

Интеграция автоматизированных систем управления сантехническими системами зданий была рассмотрена. Сантехнические системы включают отопление, вентиляцию, водоснабжение и водоотведение. Проведен анализ нормативной базы, в частности требований СП 134.13330.2022, в котором автоматизированная система управления зданием понимается как система, объединяющая инженерные системы на основе цифрового взаимодействия. Показана необходимость рассмотрения системы как единого целого и влияние интегрированных систем на энергоэффективность зданий. Установлено, что внедрение автоматизированных систем как единого механизма может снизить энергопотребление на 25–40 %, а водопотребление — на 10–20 %. Проведено сравнение традиционных и автоматизированных подходов к управлению. Сделан вывод о необходимости внедрения интегрированных автоматизированных систем управления как ключевого элемента повышения энергоэффективности и рациональной эксплуатации зданий.
Ключевые слова: Интеграция инженерных систем, автоматизированные системы управления зданиями (АСУЗ), отопление и вентиляция (ОВ), водоснабжение и водоотведение (ВиВ), энергоэффективность зданий, интеллектуальные здания, диспетчеризация инженерных систем, Building Management System (BMS), автоматизация HVAC

Учет автоматизированных систем управления инженерными сетями зданий, включающих системы отопления и вентиляции (ОВ) а также системы водоснабжения и водоотведения (ВиВ) имеет большое значение, поскольку позволяет повысить эффективность, экономичность и устойчивость развития объектов недвижимости. В соответствии с современными нормами, данное направление развивается в рамках концепции автоматизированных систем управления зданием (АСУЗ), которые объединяют технические системы зданий в единый цифровой контур. В соответствии с требованиями СП 134.13330.2022, «автоматизированная система управления зданием, это система, объединяющая инженерные системы на основе взаимодействия и цифровых интерфейсов, обеспечивающая их комплексную работу». Тем самым подтверждается, что интеграция, обязательный этап при совершенствовании инженерных систем зданий и неотъемлемый компонент развития объектов недвижимости.

Анализ нормативной базы свидетельствует о том, что требования к учетным системам автоматизации закреплены не только на концептуальном уровне, но и в практических аспектах проектирования, строительства и эксплуатации зданий. В соответствии с СП 77.13330.2016 относительно Определения "Автоматизированная система" указано, как относится к монтажу и наладке систем автоматизации, назначение которых, контроль и управление инженерным оборудованием зданий. При этом в документе указывается, что автоматизированные системы включают комплекс технических и программных средств, обеспечивающих получение информации, ее обработку и формирование управляющих воздействий, что соответствует определениям ГОСТ 34.003-90. Следует, что при интеграции систем ОВ и ВиВ, не стоит рассматривать последнюю как самостоятельную систему, напротив, ее имеет смысл рассматривать как часть системы управления технологическим обеспечением здания.

С инженерной точки зрения, успешно реализуемая интеграция должна служить доказательством того, что система готова помочь в решении взаимосвязанных вопросов использования энергоресурсов в воздухоэкономии, транспортировке и водопотреблении. В современных зданиях на системы отопления и вентиляции приходиться до 60, 70 % общего энергопотребления, а на долю зданий в общем энергобалансе приходится 30, 40 %. Это указывает на высокий потенциал для их оптимизации. В ходе нашего исследования выяснилось, что по применению автоматизированных методов управления для систем отопления, иначе говоря применяя тарировочные устройства, погодозависимое управление и теперь, в использовании автоматизированных систем для них и для систем вентиляции, можно снизить тепловые потери на 20, 35 %, а энергопотребление вентиляционных систем можно уменьшить в пределах 15, 25 %, кроме того системы могут нести еще функцию потребление уменьшение потери воды при помощи сбалансированного учетом утечек и падений давления который может составлять 10, 20 процентов. Для обобщения данных исследований, чрезвычайно целесообразно демонстрировать «консольный» анализ этого текущего исследования с традиционными методами управления системами или аналогичными. Вышеприведенные данные показывают, что использование автоматизированных систем управления для интеграции может привести к значительному сокращению эксплуатационных расходов. Однако ключевым фактором является не только внедрение автоматизации, но и ее интеграция на уровне различных подсистем. Увеличение объема воздухообмена в системе вентиляции приводит к увеличению тепловой нагрузки на систему отопления. В условиях отсутствия интеграции эти процессы не синхронизируются, что приводит к дополнительным потерям энергии в диапазоне 10, 15 %. В интегрированных системах эти процессы координируются в реальном времени, что позволяет избежать ненужного потребления ресурсов.

Роль в разработке интегрированных систем играет динамика тепловых процессов. Здания имеют значительную тепловую инерцию, т.е. могут быть теплоаккумуляторами. Одним из решений для автоматизированных систем управления здесь становятся алгоритмы программного предсказания, позволяющие предположить, что температурный режим может измениться и соответственно, позволяют предусмотреть корректировку работы отопительных систем. Это дает возможность снизить пиковые нагрузки на 15, 25 %, что в свою очередь, особенно важно для централизованных систем теплоснабжения.

В контексте водоснабжения и водоотведения интеграции автоматизации можно рассмотреть как способ обеспечения возможности измерения расхода, давления и качества воды. В соответствии с ГОСТ Р 71867-

2024, создание автоматизированных систем управления зданием включает этапы проектирования, интеграции и эксплуатации, направленные на обеспечение надежности и эффективности функционирования. Практика показывает, что внедрение таких систем позволяет снизить аварийность инженерных сетей на 20, 30 % за счет раннего выявления неисправностей.

Итоговый оценочный баланс показывает, что система, автоматизированная для управления, требует инвестиций в размере 5, 10 % от стоимости всевозможных инженерных сетей в зданиях. Однако, получим экономию энергоресурсов на 25, 40 % обеспечит окупаемость инвестиций в течение 3, 7 лет. При этом максимальный эффект достигается в зданиях с переменной нагрузкой, к примеру, в административных и торговых зданиях, где возможно адаптивное, гибко управляемое использование систем. По требованиям СП 134.13330.2022 проектирование автоматизированных систем управления зданием включает этапы создания отдельных инженерных систем и их интеграции в единый комплекс. Построение АСУЗ в таком направлении, что подразумевает, что интеграция должна быть заложена на стадии проектирования, а не доставшейся случайно или за счет действий молодежи. Использование стандартных или открытых протоколов обмена навыками и модульного типа архитектуры, как считает группа, могут стать факторами, позволяющими обеспечить конкурентоспособность и сбалансированность разнообразных товаров среди различных производителей.

Для систематизации полученных данных целесообразно представить сравнительный анализ эффективности традиционного и автоматизированного управления инженерными системами.

Показатель	Традиционные системы	Интегрированные АСУ
Доля энергопотребления ОВ	60–70 %	45–55 %
Снижение теплопотребления	0–5 %	20–35 %
Снижение энергопотребления вентиляции	0–10 %	15–25 %
Снижение потерь воды (ВиВ)	до 5 %	10–20 %
Срок окупаемости	отсутствует	3–7 лет
Уровень автоматизации	локальный	централизованный

Несмотря на значительные многосторонние перспективы интеграционные системы автоматизированного управления находятся перед многими затруднениями, которые определяют конкуренцию между защитой и вредом. Основные из них, высокая стоимость прощадь для автоматики, необходимость модернизации многих зданий или отсутствие подготовленных кадров, кроме того, важная трудность, проблема кибербезопасности, так как интеграционные системы управления в последнее время все чаще подключаются к сетям передачи данных и становятся привлекательной мишенью для кибератак.

График снижения энергопотребления при внедрении АСУ в ОВ и ВиВ (составлено автором)

Анализ данного графика показывает, что при отсутствии автоматизации энергопотребление систем отопления и вентиляции принимается за 100 %. При внедрении частичной автоматизации (локальные регуляторы, погодозависимое управление) наблюдается снижение до 75–80 %. При полной интеграции систем ОВ и ВиВ в рамках автоматизированной системы управления зданием энергопотребление снижается до 60–65 %.

Интеграционный подход при учёте автоматизированных систем управления инженерными сетями зданий (ОВ и ВиВ) может служить эффективным средством повышения энергоэффективности и надежности эксплуатации. Спецификации, содержащиеся в СП 77.13330.2016, СП 134.13330.2022 и рядах ГОСТов на тему автоматизированных систем формируют требования к проектированию и внедрению решений в этой области. Порой реальной практики достаточно, чтобы переконаться в том, что по мере развития систем, интеграция позволяет достичь сокращения энергопотребления по крайней мере на 25, 40 %, а также снижать издержки, связанные с использованием других ресурсов, и способствовать общему повышению или уровню комфорта, или безопасности эксплуатации сооружений.

Литература

1. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». – М.: Стандартинформ, 2019.

2. СП 294.1325800.2017 «Конструкции стальные. Правила проектирования». – М.: Стройиздат, 2018.

3. СП 266.1325800.2016 «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования». – М.: АО «НИЦ «Строительство» – ЦНИИСК им.В.А. Кучеренко, 2017.

4. СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». – М.: Госстрой России, 2004.

5. ГОСТ 27751–2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований зданий и сооружений. Общие положения». – М.: Росстандарт, 2014.

6. ГОСТ Р 57700.10–2018 «Численное моделирование физических процессов. Определение НДС. Верификация и валидация численных моделей сложных элементов конструкций в упругой области». – М.: Стандартинформ, 2018.

7. Мущанов В.Ф., Оржеховский А.Н., Цепляев М.Н. «Особенности реализации метода конечных элементов в геометрически нелинейной постановке» // Журн. теор. прикл. механики. 2020. №2(70). С.93–102.

8. Воробьева К.А. «О верификации экспериментальных данных с результатами численного моделирования (обзор зарубежного опыта)» // Молодой ученый. 2023. №52(499). С.17–21.

Integration of automated control systems into utility networks

Gorbatenko D.A., Pustenko Ya.V., Volodin V.A., Lazareva A.S., Burunov A.S.
NRU MGSU

The integration of automated control systems for building utility systems has been examined. These systems include heating, ventilation, water supply, and sewerage. The regulatory framework has been analyzed, particularly the requirements of SP 134.13330.2022, in which an automated building management system is defined as a system that integrates engineering systems based on digital interaction. The necessity of considering the system as a unified whole and the impact of integrated systems on building energy efficiency are demonstrated. It has been established that the implementation of automated systems as a unified mechanism can reduce energy consumption by 25–40% and water consumption by 10–20%. A comparison between traditional and automated management approaches has been carried out. The conclusion substantiates the need for integrated automated control systems as a key element in improving energy efficiency and ensuring rational operation of buildings.

Keywords: Integration of engineering systems, automated building management systems (BMS), heating and ventilation (HVAC), water supply and sewerage, building energy efficiency, smart buildings, engineering system dispatching, HVAC automation

References

1. SP 63.13330.2018 *"Concrete and Reinforced Concrete Structures. General Provisions."* – Moscow: Standartinform, 2019.
2. SP 294.1325800.2017 *"Steel Structures. Design Rules."* – Moscow: Stroyizdat, 2018.
3. SP 266.1325800.2016 *"Steel-Reinforced Concrete Structures. Design Rules."* – Moscow: JSC "Research Center of Construction" – TSNIISK named after V.A. Kucherenko, 2017.
4. SNiP 52-01-2003 *"Concrete and Reinforced Concrete Structures. General Provisions."* – Moscow: Gosstroy of Russia, 2004.
5. GOST 27751–2014 *"Reliability of Building Structures and Foundations. General Provisions."* – Moscow: Rosstandart, 2014.
6. GOST R 57700.10–2018 *"Numerical Simulation of Physical Processes. Stress-Strain State Determination. Verification and Validation of Numerical Models of Complex Structural Elements in the Elastic Range."* – Moscow: Standartinform, 2018.
7. Mushchanov V.F., Orzhekhovsky A.N., Tseplyaev M.N. *"Features of the Implementation of the Finite Element Method in a Geometrically Nonlinear Formulation."* Journal of Theoretical and Applied Mechanics, 2020, No. 2(70), pp. 93–102.
8. Vorobyova K.A. *"On the Verification of Experimental Data with the Results of Numerical Simulation (Review of Foreign Experience)."* Young Scientist, 2023, No. 52(499), pp. 17–21.

Системный подход к инструментальному контролю инженерных систем жилого здания: приоритетные направления развития и технологическое обеспечение

Виноградова Елена Владимировна
кандидат технических наук, доцент, доцент, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, AlenkaVV@yandex.ru,

Горбунов Иван Андреевич
магистрант, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, ivan.gorbunov.8181@gmail.com,

Тюленева Полина Викторовна
магистрант, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, tyuleneva_polina@mail.ru

В статье представлены результаты исследования факторов, влияющих на качество проведения осмотра инженерных систем многоквартирных домов. С использованием метода экспертных оценок выявлены наиболее значимые факторы, среди которых соблюдение методик и стандартов, применение современных технологий, наличие оборудования и инструмента, а также квалификация специалистов. На основе анализа современных технологических решений – систем мониторинга, средств неразрушающего контроля и информационного моделирования – показана взаимосвязь между приоритетными факторами и возможностями их практической реализации. Разработан алгоритм массового внедрения современных технологий в процесс осмотра, учитывающий дифференциацию объектов по категориям.
Ключевые слова: многоквартирный дом, инженерные системы, осмотр, экспертная оценка, технологический мониторинг, информационное моделирование, неразрушающий контроль, автоматизированные системы диспетчеризации, теория решения изобретательских задач, управление эксплуатацией.

Введение

Состояние инженерных систем многоквартирных домов (МКД) является одним из факторов, определяющих безопасность и комфорт проживания, а также эффективность эксплуатации жилищного фонда. По данным официальной статистики, уровень износа коммунальной инфраструктуры в Российской Федерации достигает 60–70% [1], что ежегодно приводит к многочисленным аварийным ситуациям, особенно в отопительный период [2,3]. В большинстве случаев возникновение аварий вызвано несвоевременным выявлением дефектов и несоблюдением регламентов технического обслуживания [4]. В связи с этим возникает необходимость совершенствования процедуры осмотра инженерных систем.

Цель исследования – совершенствование методики инструментального контроля инженерных систем жилых зданий путем компенсации факторов, влияющих на качество, посредством внедрения современных технологический решений.

Основная часть

Исследование проводилось в несколько этапов. На первом этапе на основе анализа нормативной документации и научной литературы [5,6] был сформирован перечень из 15 факторов, потенциально влияющих на качество осмотра инженерных систем МКД. Для выявления наиболее значимых факторов применен метод экспертных оценок. В качестве экспертов привлекались специалисты с высшим образованием в области строительства, общим стажем работы не менее 7 лет и стажем работы в сфере жилищно-коммунального хозяйства не менее 3 лет на руководящих должностях.

Минимальное количество экспертов определено на основе взаимосвязи коэффициента конкордации Кендалла и критерия Пирсона (1) по методике А.В. Загорской [7].

$$m \cdot (n-1) \cdot W \geq X^2_{\text{крит}} \quad (1)$$

где: m – минимально необходимое число экспертов;

n – количество факторов для ранжирования;

W – коэффициент конкордации Кендалла;

$X^2_{\text{крит}}$ – табличное значение критерия Пирсона.

Для проведения экспертного опроса было привлечено 5 экспертов, что соответствует минимальному необходимому количеству. Ранжирование факторов производилось с учетом условия: факторам присваиваются ранги от 1 до 15, где 1 – минимальное влияние, 15 – максимальное.

Оценка согласованности мнений экспертов производилась на основе коэффициента конкордации Кендалла (2). Расчетное значение составило $W = 0{,}88$, что свидетельствует о высокой согласованности мнений экспертов.

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)} \quad (2)$$

где: S – сумма квадратов отклонений сумм рангов от среднего значения.

Проверка неслучайности согласия выполнена с использованием критерия Пирсона. Выполнение неравенства $X^2 = 61{,}6 > X^2_{\text{крит}} = 29{,}14$ (при $\alpha = 0{,}01$) подтверждает неслучайность полученных результатов и возможность их использования в дальнейших исследованиях.

По итогам ранжирования значимыми признаны девять факторов, сумма рангов которых превысила среднее значение (38). Факторы представлены в порядке убывания (от наиболее значимого к наименее значимому) в таблице 1.

Таблица 1
Результаты априорного ранжирования

№ п.п.	Наименование	Сумма рангов
1	Соблюдение методик и стандартов	66
2	Применение современных технологий	62
3	Наличие оборудование и инструмента	61
4	Квалификация и опыт работы специалистов	60
5	Наличие актуальной технической документации по объекту	54
6	Контроль со стороны надзорных органов	53
7	Четкость технического задания	42
8	Координация участников, производящих осмотр	39
9	Соблюдение графика осмотра	38

Первые четыре фактора имеют более высокие показатели (сумму рангов) по сравнению с основными, что позволяет назвать их приоритетными. Стоит отметить, что между ними прослеживается четкая взаимосвязь: методики и стандарты определяют требования к квалификации специалиста, которая, в свою очередь, обусловливает возможность использования современного оборудования и инструмента. Полученные результаты согласуются с выводами исследований, посвященных проблемам эксплуатации жилищного фонда [8, 9].

Для практической реализации выявленных приоритетных факторов проведен анализ современных технологических решений, применяемых при осмотре и мониторинге инженерных систем. Рассмотрены три категории технологий: системы мониторинга (автоматизированные системы диспетчеризации и интернет вещей), современные средства неразрушающего контроля [10,11] и технологии информационного моделирования (BIM – Building Information Modeling) [12,13]. Каждая из этих категорий непосредственно связана с одним или несколькими приоритетными факторами.

Автоматизированные системы диспетчеризации (на примере отечественных решений Ujin OS, Mesh-система «РОССМА», iRidi SCADA-BMS) обеспечивают непрерывный сбор данных с инженерных систем. Однако их полезность напрямую зависит от того, насколько точно соблюдаются методики снятия показаний, насколько современны сами датчики и каналы связи, насколько полон парк оборудования и насколько квалифицирован персонал, интерпретирующий получаемые массивы данных. Слабость любого из этих звеньев делает АСД малоэффективной.

Средства неразрушающего контроля (тепловизоры, акустические течеискатели, эндоскопы, цифровые анемометры) позволяют выявлять скрытые дефекты [10,11]. Но их применение требует не только наличия самого прибора, но и владения методикой измерений, понимания физических принципов работы и готовности организации обновлять парк оборудования по мере появления более совершенных моделей. Именно поэтому на основе анализа был сформирован единый базовый комплект, сочетающий современные и традиционные средства, – как компромисс между идеальной технологической оснащённостью и реальными возможностями управляющих организаций.

Технологии информационного моделирования (SODIS FM, Exploit, 1С:ТОИР) [12,13] создают цифрового двойника здания. Однако их внедрение становится бессмысленным, если не актуализированы методики эксплуатации, не налажена передача данных от датчиков в реальном времени, не хватает вычислительного или измерительного оборудования, а специалисты не умеют работать с BIM-моделями. Таким образом, цифровой двойник выступает индикатором зрелости всей системы: его успешное функционирование возможно только при одновременном высоком уровне всех четырёх приоритетных факторов.

Из этого вытекает важное практическое следствие: при разработке алгоритма внедрения нельзя фокусироваться на какой-то одной технологии или одном факторе. Необходимо одновременно повышать квалификацию, дооснащать оборудование, актуализировать методики и внедрять системы мониторинга. Для преодоления противоречий, возникающих при внедрении современных технологий, использована методология теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Основное техническое противоречие сформулировано следующим образом: внедрение проводных АСД обеспечивает высокую надежность, но требует значительных затрат на монтаж; внедрение беспроводных IoT-систем снижает затраты, но не обеспечивает требуемый уровень надежности [14]. Применение принципов местного качества, посредника, универсальности и дробления позволило разработать алгоритм, учитывающий дифференциацию объектов по трем категориям: новое строительство, старый жилой фонд, ветхий жилой фонд.

Предложенный алгоритм (рис. 1) включает шесть последовательных этапов:

1. Организационно-нормативный этап – утверждение единого базового комплекта средств измерений, введение требований к передаче BIM-модели для нового строительства и формированию цифрового паспорта для старого фонда [12,13].

2. Классификация объектов – отнесение МКД к одной из трех категорий с учетом наличия документации, износа инженерных систем и бюджетных ограничений.

3. Выбор и внедрение системы мониторинга – для нового строительства рекомендуются проводные АСД с интеграцией в BIM-модель (реализация факторов «соблюдение методик и стандартов», «применение современных технологий»); для старого фонда – беспроводные IoT-решения с поэтапным развертыванием [14] (реализация факторов «наличие оборудования», «квалификация специалистов»); для ветхого фонда – минимальный набор датчиков контроля критических параметров.

4. Формирование цифрового двойника – загрузка BIM-модели для объектов категории А, создание цифрового паспорта с реестром оборудования для категории Б, упрощенный реестр критических элементов для категории В [13].

5. Интеграция с управленческими платформами – подключение систем мониторинга к платформам автоматизации управления, настройка правил автоматического реагирования, внедрение элементов предиктивной аналитики [15].

6. Экономическая устойчивость и масштабирование – оценка возврата инвестиций (ROI), создание центров аренды узкоспециализированного оборудования для малых управляющих организаций, тиражирование на остальные объекты [16].

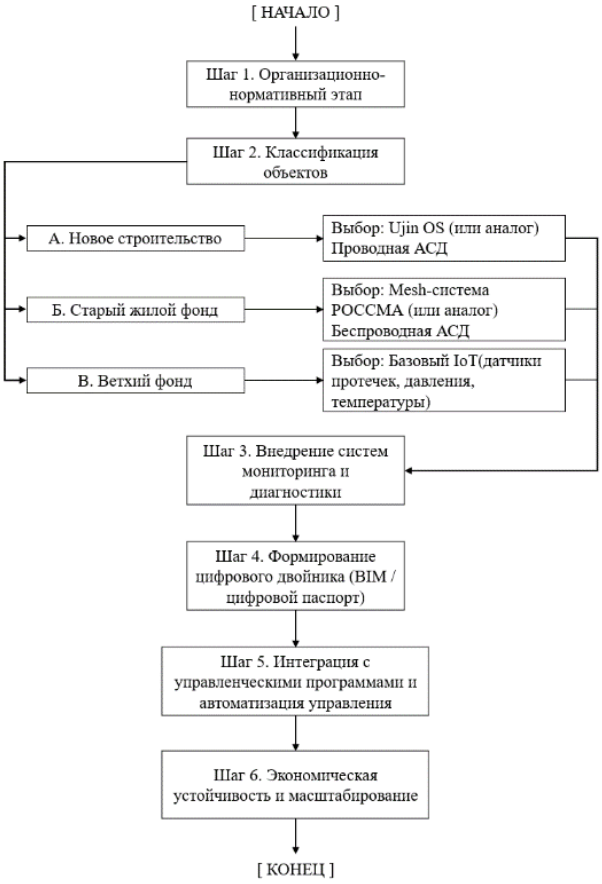


Рис 1. Алгоритм массового внедрения современных технологий в системный подход осмотра инженерных систем МКД

Заключение

Таким образом, предложенный алгоритм непосредственно опирается на результаты экспертного ранжирования: первые четыре этапа направлены на обеспечение четырех наиболее значимых факторов, а последующие этапы закрепляют достигнутый эффект через автоматизацию и масштабирование. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку методик оценки экономической эффективности внедрения предложенного алгоритма, а также на создание нормативной базы, регламентирующей применение современных технологий при осмотре инженерных систем многоквартирных домов.

Литература

1. Росстат. Жилищно-коммунальное хозяйство в России. 2024: Статистический сборник. – Москва : Росстат, 2024. – 123 с. – URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13207.

2. Петунин, А. Г. Жизненный цикл зданий с учетом физического износа / А. Г. Петунин // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2025. – Т. 15, № 4(55). – С. 721-726. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-4-721-726.

3. Организационно-технологические подходы математического моделирования и прогнозирования риска аварийности строительного объекта / С. Г. Шеина, В. Я. Мищенко, Ю. Д. Сергеев [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2025. – № 3(123). – С. 811-824.

4. Солдатенко, Т. Н. Модель остаточного ресурса инженерных систем с высоким уровнем износа / Т. Н. Солдатенко // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 6(32). – С. 64-72. – DOI 10.5862/MCE.32.10.

5. Оценка надежности работы инженерных систем с учетом прогнозирования / Н. Ю. Саввин, В. В. Строкова, О. А. Аверкова, К. И. Логачев // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2025. – № 11. – С. 78-87. – DOI 10.34031/2071-7318-2025-10-11-78-87.

6. Вьюгина, Е. А. Совершенствование системы инженерного и информационного обеспечения процессов управления многоквартирными домами / Е. А. Вьюгина // Синергия Наук. – 2019. – № 31. – С. 920-924.

7. Загорская, А. В. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов / А. В. Загорская, А. А. Лапидус // Строительное производство. – 2020. – № 3. – С. 21-34. – DOI 10.54950/26585340_2020_3_21.

8. Попов, А. А. Формирование набора компонентов программного обеспечения для выполнения обязанностей диспетчера аварийно-диспетчерской службы жилищно-коммунального хозяйства / А. А. Попов, А. О. Кузьмина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2018. – Т. 6, № 1(20). – С. 153-175.

9. Алешинцев, А. В. Автоматизация процессов жизнеобеспечения системы «Интеллектуальное здание» / А. В. Алешинцев // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 2(98). – С. 440-457.

10. Применение методов неразрушающего контроля при обследовании зданий в рамках строительно-технической экспертизы / И. В. Новоселова, Ю. С. Денисенко, З. И. Гагиева, А. Н. Питык // Инженерный вестник Дона. – 2019. – № 1(52). – С. 109.

11. Грушковский, П. А. Оптимизация программ проведения неразрушающего контроля инженерных систем зданий и сооружений / П. А. Грушковский, В. Н. Щельников // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2020. – № 8. – С. 174-179.

12. Deploying Wireless Sensor Networks in Multi-Story Buildings toward Internet of Things-Based Intelligent Environments: An Empirical Study / N. I. Sarkar, S. Gul // Sensors. – 2024. – Vol. 24, № 11. – P. 3415. – DOI 10.3390/s24113415.

13. Matveev, D. A. Implementation of BIM Technologies in the Management of Multi-Apartment Buildings During the Operation Phase / D. A. Matveev // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2024. – Vol. 20, No. 2. – P. 155-162. – DOI 10.22337/2587-9618-2024-20-2-155-162.

14. Implementing Post-Occupancy Evaluation in Social Housing Complemented with BIM: A Case Study in Chile / A. Gonzalez-Caceres, A. Bobadilla, J. Karlshoj // Building and Environment. – 2019. – Vol. 158. – P. 260-280.

15. Тимошкевич, И. В. Интеллектуальные системы мониторинга инженерных сетей: применение интернета вещей и аналитики больших данных для предотвращения протечек в многоквартирных домах / И. В. Тимошкевич // Big Data и анализ высокого уровня : сборник научных статей XI Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 апреля 2025 года. – Минск : Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2025. – С. 48-53.

A systematic approach to instrumental monitoring of building engineering systems in residential buildings: priority development directions and technological support

Vinogradova E.V., Gorbunov I.A., Tiuleneva P.V.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

The article presents the results of a study into the factors affecting the quality of inspections of engineering systems in multi-apartment buildings. Using the expert assessment method, the most significant factors were identified, including compliance with methodologies and standards, the use of modern technologies, the availability of equipment and tools, as well as the qualifications of specialists. Based on an analysis of current technological solutions — monitoring systems, non-destructive testing tools, and information modelling — the relationship between the priority factors and the possibilities for their practical implementation is demonstrated. An algorithm for the large-scale adoption of modern technologies in the inspection process has been developed, taking into account the differentiation of facilities by category.

Keywords: diversification of management, production diversification, financial and economic purposes of a diversification, technological purposes of ensuring flexibility of production.

References

1. Rossstat. Housing and Communal Services in Russia. 2024: Statistical Compilation. Moscow: Rossstat, 2024. 123 p. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13207
2. Petunin, A. G. Life Cycle of Buildings Considering Physical Wear / A. G. Petunin // News of Higher Educational Institutions. Investment. Construction. Real Estate. – 2025. – Vol. 15, No. 4(55). – P. 721-726. – DOI 10.21285/2227-2917-2025-4-721-726.
3. Organizational and Technological Approaches to Mathematical Modeling and Forecasting of Accident Risk of a Construction Facility / S. G. Sheina, V. Ya. Mishchenko, Yu. D. Sergeev [et al.] // Engineering Bulletin of the Don. – 2025. – No. 3(123). – P. 811-824
4. Soldatenko, T. N. Residual Life Model of Engineering Systems with High Level of Wear / T. N. Soldatenko // Magazine of Civil Engineering. – 2012. – No. 6(32). – P. 64-72. – DOI 10.5862/MCE.32.10.
5. Reliability Assessment of Engineering Systems Considering Forecasting / N. Yu. Savvin, V. V. Strokova, O. A. Averkova, K. I. Logachev // Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2025. – No. 11. – P. 78-87. – DOI 10.34031/2071-7318-2025-10-11-78-87.
6. Vyugina, E. A. Improvement of the Engineering and Information Support System for Multi-Apartment Building Management Processes / E. A. Vyugina // Synergy of Sciences. – 2019. – No. 31. – P. 920-924.
7. Zagorskaya, A. V. Application of Expert Assessment Methods in Scientific Research. Required Number of Experts / A. V. Zagorskaya, A. A. Lapidus // Construction Production. – 2020. – No. 3. – P. 21-34. – DOI 10.54950/26585340_2020_3_21.
8. Popov, A. A. Formation of a Set of Software Components for Performing Duties of a Dispatcher of the Emergency Dispatch Service of Housing and Communal Services / A. A. Popov, A. O. Kuzmina // Modeling, Optimization and Information Technologies. – 2018. – Vol. 6, No. 1(20). – P. 153-175.
9. Aleshintsev, A. V. Automation of Life Support Processes of the "Intelligent Building" System / A. V. Aleshintsev // Engineering Bulletin of the Don. – 2023. – No. 2(98). – P. 440-457.
10. Novoselova, I. V., Denisenko, Yu. S., Gagieva, Z. I., Pityk, A. N. Application of Non-Destructive Testing Methods in Building Inspection within Construction and Technical Expertise // Engineering Bulletin of the Don. – 2019. – No. 1(52). – P. 109.
11. Grushkovsky, P. A., Shchelnikov, V. N. Optimization of Programs for Non-Destructive Testing of Engineering Systems of Buildings and Structures // Proceedings of Tula State University. Technical Sciences. – 2020. – No. 8. – P. 174-179.
12. Sarkar, N. I., Gul, S. Deploying Wireless Sensor Networks in Multi-Story Buildings toward Internet of Things-Based Intelligent Environments: An Empirical Study // Sensors. – 2024. – Vol. 24, No. 11. – P. 3415. – DOI 10.3390/s24113415.
13. Matveev, D. A. Implementation of BIM Technologies in the Management of Multi-Apartment Buildings During the Operation Phase // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2024. – Vol. 20, No. 2. – P. 155-162. – DOI 10.22337/2587-9618-2024-20-2-155-162.
14. Gonzalez-Caceres, A., Bobadilla, A., Karlshoj, J. Implementing Post-Occupancy Evaluation in Social Housing Complemented with BIM: A Case Study in Chile // Building and Environment. – 2019. – Vol. 158. – P. 260-280.
15. Timoshkevich, I. V. Intelligent Monitoring Systems for Engineering Networks: Application of the Internet of Things and Big Data Analytics to Prevent Leaks in Multi-Apartment Buildings // Big Data and High-Level Analysis : collection of scientific articles of the XI International Scientific and Practical Conference, Minsk, April 23–24, 2025. – Minsk : Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2025. – P. 48-53.

Исследование работы системы вентиляции с роторным регенератором в здании после реновации

Грубер Константин Арсеньевич
аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета (СПбГАСУ), konstantingruber@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы, направленные на разработку методических аспектов, связанных с оценкой эффективности работы систем вентиляции с теплообменниками в здании после реновации на примере детского сада (ДДОУ), расположенного в г. Таллин. Обоснована целесообразность применения роторного регенератора. Приведены методика измерений, используемая аппаратура и результаты обработки экспериментальных данных. На основании полученных данных определен средний температурный коэффициент роторного рекуператора. Показано, что характеристики роторного регенератора соответствует расчетным и обеспечивают эффективную работу системы вентиляции.
Ключевые слова: реновация зданий, приточно-вытяжные установки, роторный регенератор, методы исследования, температурный коэффициент.

Введение

Несмотря на интенсивное развитие нового строительства, остается проблема реновации существующих зданий, эксплуатация которых, как правило, связана с повышенным расходом энергоресурсов. Методические решения по реновации общественных зданий, должны основываться на комплексном решении вопросов энергосбережения, обеспечения качества внутреннего воздуха, светового и акустического комфорта, а также экологической безопасности [1,2]. При этом особенно важно минимизировать потребление энергетических ресурсов, обеспечив их рациональное использование, как с точки зрения тепловой защиты, так и электрической энергии[3-5].

При разработке проектов реновации особое внимание следует уделять детским садам (ДДОУ) и школам, т.к. установка герметичных окон приводит не только к сокращению теплопотерь, но и к снижению кратности воздухообмена. Для зданий ДДОУ особенно важно обеспечение качества воздуха. Общеизвестно, что в помещениях с естественной вентиляцией отмечается существенная зависимость качества внутреннего воздуха от кратности воздухообмена [6-8]. Для детских учреждений кратность воздухообмена должна соответствовать нормативным требованиям, 20 м³/ч на человека [9], что необходимо для снижения риска респираторных заболеваний среди детей. Однако обеспечить высокую кратность воздухообмена особенно в холодный период года достаточно сложно.

При реновации зданий ДДОУ вопросы обеспечения нормативной кратности воздухообмена решаются за счет устройства механической вентиляции. При этом весьма важен контроль качества поступающего воздуха, т.к. здания, расположены в условиях существующей застройки. Необходимо учитывать связь с аэродинамическим режимом застройки [10], обеспечив выбор наиболее благоприятных мест для забора приточного и удаляемого воздуха. Для анализа влияния аэродинамического режима застройки на эффективность работы систем вентиляции и выбора рационального варианта организации воздухообмена в здании целесообразно использовать метод математического моделирования [11-13].

Для снижения энергопотребления в системах вентиляции применяется рекуперация или как альтернативный вариант- рециркуляция. При этом один из основных вопросов – эффективность работы рекуператора. При выборе типа рекуператора важно учитывать специфику зданий, климатические условия, требования к качеству воздуха. Применение роторных регенераторов имеет ряд преимуществ перед пластинчатыми [14], т.к. кроме утилизации теплоты осуществляется перенос влагосодержания в зависимости от температурного режима от удаляемого воздуха к приточному или наоборот. КПД утилизации может достигать 90%, а коэффициент температурной эффективности составляет 0,8 и более, что значительно выше, чем у пластинчатых аппаратов [15]. Однако на эффективность роторных регенераторах оказывает влияние перетекание воздушных потоков [16]. Например, в [17] предложена усовершенствованная регенераторная установка с повышенным коэффициентом эффективности, обеспечивающая минимальное смешение приточного и вытяжного воздуха.

Одним из важных факторов при разработке мероприятий по реновации систем вентиляции следует рассматривать оценку эффективности разработанных и реализованных решений. Для прогнозирования работы приточно-вытяжной установки с регенератором необходим комплексный анализ установки в целом[18-20].

Цель исследования

Цель эксперимента – исследование работы системы вентиляции SV1c роторным регенератором фирмы Fläkt EQHC 050-075-22 в здании ДДОУ после реновации, расположенном в г. Таллин.

Методы

Принципиальная схема вентиляционной системы SV1 приведена на рис. 1. Технические характеристики используемого измерительного оборудования представлены в табл. 1.

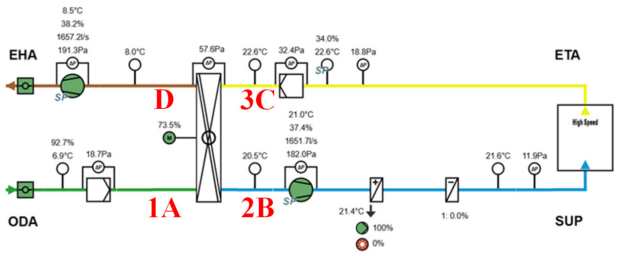


Рис.1 – Принципиальная схема вентиляционной системы SV1

места установки заводских датчиков: 1 – забор воздуха; 2 – приточный воздух; 3–вытяжной воздух; дополнительные датчики/логгеры: A – забор воздуха; B – приточный воздух; C – вытяжной воздух; D – выброс

Таблица 1

Технические характеристики используемых средств измерений

Средства измерений	Тип	Точность	Диапазон измерении
Логгер температуры, влажности и CO_2;	HOBO U12-011	RH±2,5%; t±0,35°C +/-50ppmили5% показания	5….95% RH t -20 …. +70°C 0 to 4000 ppm
измеритель CO_2			
Токовые клещи	ONSET STV-B	±4.5%показания	до50A

Примечание: Логгеры использовались для регистрации температуры воздуха, относительной влажности воздуха и концентрации CO□.

Для обработки данных использовано программное обеспечение для табличных расчётов, HOBOware PRO и программа Daikin Psychrometrics.

Термометры и гигрометры устанавливались до и после теплообменника. При обработке результатов учитывались также показания заводских датчиков температуры и относительной влажности воздуха. Интервал регистрации измерений 5 минут. Продолжительность измерений – семь дней. Испытания проводились в период с 17.12.2025 по 23.12.2025при температуре наружного воздуха +7…+9°C. На рис. 2 приведены записи изменения температуры воздуха до и после теплообменника и температурного коэффициента.

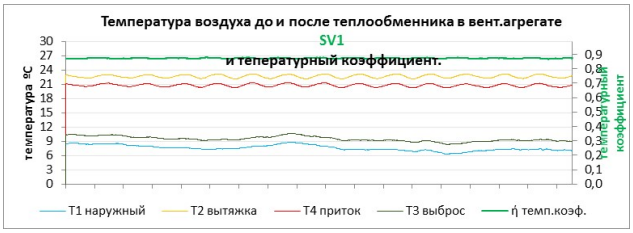


Рис.2 – Температура наружного воздуха(t_1), температура вытяжного воздуха (t_2), температура удаляемого воздуха (t_3), температура приточного воздуха (t_4), температурный коэффициентή

Температурный коэффициент ή до и после теплообменника рассчитывался как:

для приточного воздуха

$$\eta_s = t_4 - \frac{t_1}{t_2} - t_1 \quad (1)$$

для удаляемого воздуха:

$$\eta_e = t_2 - \frac{t_3}{t_2} - t_1 \quad (2)$$

где: η – температурный коэффициент; t1 – температура наружного воздуха (°C) t2 – температура вытяжного воздуха (°C); t3 – температура удаляемого воздуха (°C); t4t – температура приточного воздуха (°C)

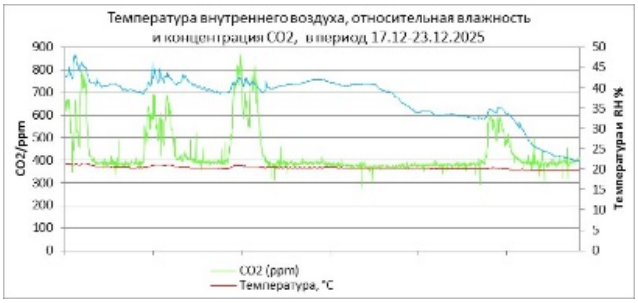


Рис.3 –Температура внутреннего воздуха, относительная влажность и концентрация CO_2 в групповой

Для оценки фактической эффективности переноса влаги от удаляемого воздуха к приточному, относительная влажность воздуха пересчитывалась как влагосодержание. В процессе исследований фиксировались также температура внутреннего воздуха, относительная влажность и концентрация CO_2 в групповой комнате. На рис. 3приведена запись измерения температуры воздуха, относительной влажности и концентрации CO_2 в групповой комнате, выполненные с 17 по 23.12.2025г.

Обработка результатов измерений приведена в табл. 2.

Таблица 2

Средние температуры воздуха, неопределенность и отклонение

Показатель	Средняя температура наружного воздуха, °C	Средняя температура наружного воздуха,°C	Средняя температура наружного воздуха,°C	Средняя температура наружного воздуха,°C
Среднее арифметическое	8.58	22.79	10.42	20.95
Стандартное отклонение	0.04	0.11	0.02	0.09
Погрешность повторных измерений	0.01	0.02	0.00	0.02
Погрешность измерительных приборов	0.175	0.175	0.175	0.175
Неопределенность показаний приборов	0.06	0.06	0.06	0.06
Составная стандартная неопределенность	0.18	0.19	0.18	0.19
Коэффициент охвата	2	2	2	2
Расширенная неопределенность	0.37	0.37	0.37	0.37

Анализ результатов

Результаты измерений и расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты измерений и расчетов

	Приток, $м^3/ч$	Вытяжка, $м^3/ч$	Температурный коэффициент, %	Перенос влаги, %
Проектные значения	1378	1338	до 90	15-30
Фактические значения	458	458	87	-

Среднее значение температурного коэффициента роторного регенератора составило 0.87 и может считаться хорошим. В данной работе не было необходимости приводить расходы воздуха к равным массам, так как расходы приточного и вытяжного воздуха были равны. Разница массовых расходов воздуха не учитывалась вследствие незначительного отличия влагосодержания.

Заключение

К сожалению, измерения проводились при температуре воздуха +7–9°C, что не позволило оценить перенос водяного пара из вытяжного воздуха в приточный, чтобы решить проблему влагосодержания воздуха в отопительный период. Кроме того, не был установлен датчик влажности для приточного воздуха, что так же повлияло на точность результатов.

Литература

1.Дацюк Т.А. Гримитлин А.М., Анисимов С.М., Циганков А.В. Трансмиссионные и инфильтрационные теплопотери жилых зданий // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 6 (89). С. 115-120.

2.Дацюк Т.А., Аншукова Е.А., Соколов А.Н. Экологические аспекты в строительстве. VI международная научно- практическая конференция «Методология безопасности среды жизнедеятельности 2023». Симферополь. С. 82-87.

3.Гагарин В.Г., Козлов В.В. Перспективы повышения энергетической эффективности жилых зданий в России //Вестник МГСУ. 2011. № 3. С. 192–200.

4. Кокорин О.Я. Энергосбережение в системах отопления, вентиляции, кондиционирования. М.: Издательство АСВ. 2013. 256 с.

5. Дацюк Т.А., Гримитлин А.М. Влияние воздухопроницаемости ограждающих конструкций на энергопотребление жилых зданий // Вестник гражданских инженеров №6 (65) 2017. С.182-187. DOI: 10.23968/1999-5571-2017-14-6-182-187.

6. Mikola A., Kõiv, T.A. Indoor Climate Problems in Apartment and School Buildings. CLIMA 2013, 11th REHVA World Congress and the 8th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation inBuildings. Prague, Czech Republic, on June 16 – 19, 2013. Elsevier. pp. 1754−1764.

7. Jones A.P. Indoor air quality and health // Atmos. Environ. 33 (1999) pp. 4535-4564.

8. Sundell Y., Levin M. et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of scientific literature, Idoor air 21 (2021) pp.191-204.

9. ГСТ 30494-11 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. 2011.

10. Datsyuk T., Leonteva U. Sokolov A., Mellech T. Assessment and provision of environmental safety of buildings/ Scop./ Lecture Notes in Civil Engineering. 2023. v. 257. pp. 75-84.

11. Денисихина Д.М. Расчет коэффициента воздухообмена методами математического моделирования параметров микроклимата // Известия КГАСУ, 2023, № 4 (66). С.337-345.

12. Денисихина Д.М. Численное исследование закономерностей распределения CO_2 в общественных зданиях // Инновации и инвестиции. 2023. № 5. С. 368-372.

13. Дацюк Т.А., Ивлев Ю.П., Пухкал В.А. Результаты моделирования микроклимата жилых помещений при различных типах отопительных приборов. Инженерно-строительный журнал, № 6. 2013 С. https://engstroyspbstu.ru/author/7463/

14. Драпалюк Н. А., Гурбангулыев А., Щукина Т. В. Об эффективности регенеративных вращающихся утилизаторов теплоты для систем вентиляции //

СОК. 2020. №8. С. 48-51.

15. Вдовичев А. А. К вопросу определения температурной эффективности пластинчатых перекрестно-точных рекуператоров воздуха // Вестник евразийской науки. 2022. т.14. № 5. URL: https://esj.today/PDF/36SAVN522.pdf

16. Самарин О.Д. Экспериментальное определение количества уносимой влаги из сотового увлажнителя при изменении направления воздушного потока // СОК. 2020. №4.С. 46-48.

17. Хлопицын Д.О., Рымаров А.Г. Усовершенствованная рекуператорная установка с повышенным коэффициентом полезного действия для использования в механических системах вентиляции // Вестник МГСУ. 2023. №18(9). С.1444-1450. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.9.1444-1450

18. Kiil M., Mikola A., Thalfeldt M., Kurnitski J. Thermal comfort and draughtassessment in a modern open office building in Tallinn. E3S Web of Conferences: CLIMA 2019 Congress, Bucharest 27-29.05.2019. EDP Sciences, 1−7. (E3S Web of Conferences; 111). DOI: 10.1051/e3sconf/201911102013.

19. KullT. M., Mikola A.Ю.,Tukia A. M. et al. Continuous automated ventilation heat recovery efficiency performance assessment using building monitoring system. 2021. E3S Web of Conferences, 246. EDP Sciences.

DOI: 10.1051/e3sconf/202124610006.

20. Kurnitski J., Mikola A. Результаты реконструкции многоквартирных домов в Эстонии по схеме KredEx. Вентиляционные системы. https://www. avok.ru/:V. International Congress AirVent-2022, February 16, 2022 Moscow. EnergySaving.

A study of the operation of a ventilation system with a rotary regenerator in a building after renovation

Gruber K.A.

St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article discusses issues aimed at developing methodological aspects related to assessing the efficiency of ventilation systems with heat exchangers in a building after renovation using the example of a kindergarten (DDOU) located in Tallinn. The feasibility of using a rotary regenerator is justified. Measurement procedure, used equipment and results of experimental data processing are given. Based on the obtained data, the average temperature coefficient of the rotary recuperator was determined. It is shown that the characteristics of the rotary regenerator correspond to the design and ensure the effective operation of the ventilation system.

Keywords: building renovation, supply and exhaust units, rotary regenerator, research methods, temperature coefficient.

References

1. Datsyuk T.A. Grimitlin A.M., Anisimov S.M., Tsigankov A.V. Transmissionnye i infil'tratsionnye teplopoteri zhilykhzdanii // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2021. № 6 (89). S. 115-120.

2. Datsyuk T.A., Anshukova E.A., Sokolov A.N. Ehkologicheskie aspekty v stroitel'stve. VI mezhdunarodnaya nauchno- prakticheskaya konferentsiya «Metodologiya bezopasnosti sredy zhiznedeyatel'nosti 2023». Simferopol'. S. 82-87.

3. Gagarin V.G., Kozlov V.V. Perspektivy povysheniya ehnergeticheskoi ehffektivnosti zhilykh zdanii v Rossii //Vestnik MGSU. 2011. № 3. S. 192–200.

4. KokorinO.Ya. Ehnergosberezhenie v sistemakh otopleniya, ventilyatsii, konditsionirovaniya. M.: Izdatel'stvo ASV. 2013. 256 s.

5. Datsyuk T.A., Grimitlin A.M. Vliyanie vozdukhopronitsaemosti ograzhdayushchikh konstruktsii na ehnergopotreblenie zhilykh zdanii // Vestnik grazhdanskikh inzhenerov №6 (65) 2017. S.182-187. DOI: 10.23968/1999-5571-2017-14-6-182-187.

6. Mikola A., Kkhiv, T.A. Indoor Climate Problems in Apartment and School Buildings. CLIMA 2013, 11th REHVA World Congress and the 8th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation and Energy Conservation in Buildings. Prague, Czech Republic, on June 16 – 19, 2013. Elsevier, 1754−1764.

7. Jones A.P. Indoor air quality and health // Atmos. Environ. 33 (1999) pp. 4535-4564.

8. Sundell Y., Levin M. et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of scientific literature, Idoor air 21 (2021) pp.191-204.

9. GST 30494-11 Zdaniya zhilye i obshchestvennye. Parametry mikroklimata v pomeshcheniyakh. 2011.

10. Datsyuk T., Leonteva U. Sokolov A., Mellech T. Assessment and provision of environmental safety of buildings/ Scop/ Lecture Notes in Civil Engineering. 2023. t. 257. S. 75-84.

11. Denisikhina D.M. Raschet koehffitsienta vozdukhoobmena metodami matematicheskogo modelirovaniya parametrov mikroklimata // Izvestiya KGASU, 2023, № 4 (66). S.337-345.

12. Denisikhina D.M. Chislennoe issledovanie zakonomernostei raspredeleniya SO_2 v obshchestvennykh zdaniyakh // Innovatsii i investitsii. 2023. № 5. S. 368-372.

13. Datsyuk T.A., IvlevYu.P., Pukhkal V.A. Rezul'taty modelirovaniya mikroklimata zhilykh pomeshchenii pri razlichnykh tipakh otopitel'nykh priborov. Inzhenerno-stroitel'nyi zhurnal, № 6. 2013 S. https://engstroyspbstu.ru/author/7463//

14. Drapalyuk N. A., Gurbangulyev A., Shchukina T. V. Ob ehffektivnosti regenerativnykh vrashchayushchikhsya utilizatorov teploty dlya sistem ventilyatsii // SOK №8. 2020. S. 48-51.

15. Vdovichev A. A. K voprosu opredeleniya temperaturnoi ehffektivnosti plastinchatyk perekrestno-tochnykh rekuperatorov vozdukha //Vestnik evraziiskoi nauki. 2022. t.14. № 5URL: https://esj.today/PDF/36SAVN522.pdf.

16. Samarin O.D. Ehksperimental'noe opredelenie kolichestva unosimoi vlagi iz sotovogo uvlazhnitelya pri izmenenii napravleniya vozdushnogo potoka // SOK №4. 2020. S. 46-48.16.

17. Khlopitsyn D.O., Rymarov A.G. Usovershenstvovannaya rekuperatornaya ustanovka s povyshennym koehffitsientom poleznogo deistviya dlya ispol'zovaniya v mekhanicheskikh sistemakh ventilyatsii // Vestnik MGSU 2023. №18(9). S.1444-1450. https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.9.1444-1450.

18. Kiil, M.; Mikola, A.; Thalfeldt, M.; Kurnitski, J. (2019). Thermal comfort and draught assessment in a modern open office building in Tallinn. E3S Web of Conferences: CLIMA 2019 Congress, Bucharest 27-29.05.2019. EDP Sciences, 1−7. (E3S Web of Conferences; 111). DOI: 10.1051/e3sconf/201911102013.

19. Kull T. M.; MikolaA.Yu. Tukia A. et al. M. Continuous automated ventilation heat recovery efficiency performance assessment using building monitoring system. 2021. E3S Web of Conferences, 246. EDP Sciences. DOI: 10.1051/e3sconf/202124610006.

20. Kurnitski J., Mikola, A. Rezul'taty rekonstruktsii mnogokvartirnykh domov v Ehstonii poskheme KredEx. Ventilyatsionnye sistemy. https://www.avok.ru/:V International Congress AirVent-2022, February 16, 2022 Moscow. Energy Saving.

Устойчивая городская среда: современные подходы к утилизации автомобильных шин и 3D-печать в строительстве

Козьмина Екатерина Юрьевна
студент группы СМ-13-24, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), ekaterina141002@icloud.com,

Гурик Валерий Андреевич
студент группы СМ-13-24, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), valerun.gurik@gmail.com,

Поляков Владимир Геннадьевич
д.экон.наук, проф., декан факультета строительства и жилищно-коммунального хозяйства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), polana@mail.ru

Статья посвящена системному анализу двух инновационных направлений, способствующих переходу строительной отрасли к модели устойчивого развития: технологий переработки изношенных автомобильных шин (ИАШ) и методов строительной 3D-печати. Рассмотрены масштабы образования шинных отходов в России и мире, современные методы их утилизации (механическое измельчение, криогенная обработка, пиролиз) и направления вторичного применения резиновой крошки в строительстве и благоустройстве. Проанализированы ключевые технологии аддитивного строительства (экструзионная печать, напыление, селективное лазерное спекание), их технико-экономические характеристики и реализованные проекты в России и за рубежом. Обоснована перспективность комплексного подхода, объединяющего переработку шинных отходов и 3D-печать, в том числе через использование резиновой крошки в качестве компонента бетонных смесей для аддитивного производства. Показано, что синергия двух технологий открывает возможности для создания экономически эффективной, экологически безопасной и ресурсосберегающей городской среды в рамках циркулярной экономики.
Ключевые слова: изношенные автомобильные шины, резиновая крошка, утилизация отходов, 3D-печать в строительстве, аддитивные технологии, циркулярная экономика, устойчивое развитие, городская инфраструктура.

Введение

В контексте глобальных экологических вызовов и перехода к модели устойчивого развития особую актуальность приобретают технологии, позволяющие минимизировать антропогенную нагрузку на окружающую среду при одновременном повышении эффективности градостроительной деятельности. Две отрасли - управление отходами и строительство - традиционно вносят значительный вклад в углеродный след и потребление природных ресурсов, но именно в их смычке формируются наиболее перспективные решения для формирования комфортной городской среды.

Ежегодно в мире образуется свыше 1 млрд. изношенных автомобильных шин, из которых только в США генерируется около 300 млн шин в год. В России ежегодно образуется около 1 млн отработанных шин, из них утилизируются около 50%, а исторические объёмы захороненных шин составляют более 11 млн т. Параллельно строительная отрасль остаётся одним из основных потребителей природных ресурсов, формируя до 40% мировых выбросов CO_2.

Цель данной работы - провести комплексный анализ двух инновационных направлений (переработка изношенных автомобильных шин и 3D-печать в строительстве) и обосновать потенциал их синергии для формирования устойчивой городской среды.

Основными задачами работы являются:

1. Оценить масштабы образования и переработки шинных отходов в России и мире, систематизировать существующие методы утилизации ИАШ.
2. Выявить основные направления использования резиновой крошки в строительстве и благоустройстве, оценить их технико-экономическую и экологическую эффективность.
3. Проанализировать современные методы строительной 3D-печати, их технологические параметры, преимущества и ограничения, а также российский и международный опыт реализации проектов.
4. Обосновать возможность и условия применения резиновой крошки в бетонных смесях для 3D-печати.
5. Разработать рекомендации по интеграции двух технологий в строительный комплекс региона с учётом принципов циркулярной экономики.

Проблема накопления изношенных автомобильных шин имеет глобальный характер. Автомобильные шины относятся к отходам IV класса опасности и практически не разлагаются в естественных условиях. Срок их разложения в природе достигает 100-150 лет.

Материалы и методы

В России, по данным, озвученным на конференции «Каучуки, шины и РТИ - 2025», ежегодно образуется около 1 млн. отработанных шин, однако утилизируется лишь половина из них. Исторические объёмы захороненных шин превышают 11 млн т. По информации Российского экологического оператора (РЭО), в реестр утилизаторов входит 24 предприятия по утилизации отходов шин, их совокупная мощность составляет около 525 тыс. т в год.

На фоне отечественных показателей лидерами по доле переработки шин являются Швеция (98%), Финляндия (95%) и Южная Корея (свыше 90%). В ряде стран Европы и Северной Америки этот показатель превышает 80%. Мировой рынок утилизации шин, по оценкам аналитиков, в 2024 году составлял около 5,9 млрд долл. США, а к 2033 году прогнозируется его рост до 19,24 млрд долл. США при среднегодовом темпе роста 3,8%.

В современной практике переработки изношенных автомобильных шин применяются несколько основных технологических подходов. В таблице 1 представлена их сравнительная характеристика.

Таблица 1
Сравнительный анализ методов переработки изношенных автомобильных шин

Параметр	Механическое измельчение	Криогенная обработка	Пиролиз
Принцип	Измельчение шин на вальцах, шредерах и роторных ножницах	Охлаждение жидким азотом до хрупкого состояния с последующим дроблением	Термическое разложение в бескислородной среде при 200-600°C

Продукты переработки	Резиновая крошка различных фракций, металлокорд, текстильный корд	Высокодисперсная резиновая крошка (0,1-0,5 мм)	Технический углерод (30-35%), пиролизное масло (40-45%), газ (10-15%), металлокорд
Энергозатраты	250-400 кВт·ч/т	500-800 кВт·ч/т	100-200 кВт·ч/т (с учётом энергии газа)
Доля в мировом объёме переработки	~59%	~8%	~20%
Основные преимущества	Технологическая простота, широкая доступность оборудования	Высокое качество продукта, отсутствие окисления	Полная переработка, получение энергоносителей
Основные недостатки	Высокий износ оборудования, остаточный текстильный корд	Высокие затраты на хладагент	Высокие капитальные затраты, сложность оборудования

Анализ методов переработки ИАШ показывает, что механическое измельчение остаётся доминирующим благодаря относительной простоте и масштабируемости, однако пиролиз обладает наибольшим потенциалом с точки зрения глубины переработки и получения дополнительных продуктов (технический углерод, жидкое топливо). Криогенная обработка, несмотря на высокое качество продукта, ограничена высокими энергозатратами. Для России, где доля переработки шин составляет около 50%, приоритетным направлением является развитие пиролизных мощностей с использованием отечественных разработок (например, технология РТУ МИРЭА).

Доминирующим методом в мире остаётся механическое измельчение (59% процессов). В США около 43% изношенных шин используется в качестве топлива (Tire-Derived Fuel) в цементных печах и электростанциях. Пиролиз, несмотря на более высокие капитальные затраты, рассматривается как наиболее перспективное направление, позволяющее получать ценные продукты: технический углерод для производства новых шин и жидкое топливо.

Литературный обзор

Особого внимания заслуживает разработка учёных РТУ МИРЭА, предложивших технологию, позволяющую одновременно перерабатывать полиэфирный корд и резину в едином реакторе. В ходе процесса из резины выделяется технический углерод, действующий как стабилизатор, что делает ненужным применение дополнительных химических добавок. Разработка запатентована и может быть использована для получения полимерных композитов и строительных элементов.

Резиновая крошка, получаемая при механической и криогенной переработке шин, находит широкое применение в строительстве и благоустройстве городской среды. Основные направления использования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные направления применения резиновой крошки в строительстве

Область применения	Продукт / технология	Эффект
Дорожное строительство	Резиноасфальтобетонные смеси	Снижение шума на 4-10 дБ, увеличение срока службы дорог до 50%, повышение износостойкости
Покрытия площадок	Бесшовные покрытия детских и спортивных площадок	Травмобезопасность, водопроницаемость, долговечность
Шумозащита	Акустические экраны и барьеры	Снижение шума вдоль автомагистралей
Малые архитектурные формы	Тактильная плитка, бордюры, вазоны, резиновая плитка	Устойчивость к атмосферным воздействиям, эстетическая вариативность
Строительные материалы	Резиномодифицированные бетоны	Повышение пластичности, улучшение звукоизоляционных свойств

Резиновая крошка демонстрирует высокую эффективность в четырёх основных сегментах строительства: дорожное покрытие (снижение шума до 10 дБ, увеличение срока службы), безопасные покрытия площадок (травмобезопасность), шумозащитные экраны и малые архитектурные формы. Наибольший экономический и экологический эффект достигается при использовании резиноасфальта на автомагистралях и в зонах жилой застройки, где снижение шумовой нагрузки является критическим фактором. Применение резиновой крошки в бетонах требует дальнейших исследований по улучшению адгезии резины с цементной матрицей.

Особый интерес представляет опыт Санкт-Петербурга и Ленинградской области, где на заводе «АБЗ-1» разработана технология резиноасфальта с использованием активированной мелкодисперсной резиновой крошки. Проведённые замеры показали снижение шума на 4-10 дБ. Кроме того, на этом же предприятии производят цветной асфальт для пешеходных и велодорожек, относящийся к категории «зелёных» материалов, пригодных для вторичной переработки.

Добавление резиновой крошки в бетонные смеси, по данным исследований, улучшает звукоизоляционные свойства, пластичность и устойчивость к динамическим нагрузкам, хотя и снижает механическую прочность. Для преодоления этого ограничения предлагаются методы предварительной обработки резины (например, щелочная обработка) и введение добавок, улучшающих адгезию на границе раздела резины и цементной матрицы.

Аддитивные технологии в строительстве представляют собой методы послойного формирования зданий и сооружений на основе цифровых трёхмерных моделей. Существует несколько технологических подходов, отличающихся принципом нанесения материала, типом используемого сырья и областями применения.

Таблица 3

Сравнительный анализ методов 3D-печати в строительстве

Параметр	Послойное экструдирование (экструзионная печать)	Напыление (Binder Jetting)	Селективное лазерное спекание (СЛС)
Принцип	Подача бетонной смеси под давлением через сопло, послойное нанесение	Распыление жидкого связующего на слой порошкового материала	Лазерное сплавление или спекание порошковых частиц
Материалы	Цементно-песчаные смеси, бетон, геополимеры, полистиролбетон	Кварцевый песок + жидкое связующее (фурановые смолы, силикаты)	Порошки: кварцевый песок, металлопорошки, керамика, композиты
Масштабируемость	Высокая (до 10 этажей, высота до 20 м)	Низкая-средняя (мелкоформатные элементы)	Низкая (ограничена размером камеры принтера)
Скорость печати	Высокая (100 м² за ~100 часов, до 1 м³/ч)	Средняя (зависит от площади и детализации)	Низкая-средняя (до 35 мм/ч по высоте)
Прочность конструкций	Высокая (несущие стены, перекрытия)	Низкая (декоративные элементы)	Высокая (сложные детали)
Применение	Несущие стены, фундаменты, перекрытия, жилые дома, МАФ	Декоративные панели, орнаменты, облицовка, вентиляционные решётки	Сложные архитектурные детали: фасады, карнизы, лестницы, прототипы

Три основных метода строительной 3D-печати занимают разные рыночные ниши: экструзионная печать является безальтернативной для крупномасштабного возведения несущих конструкций и жилых зданий; селективное лазерное спекание обеспечивает уникальную детализацию, но ограничено размерами камеры; технология напыления оптимальна для декоративных и облицовочных работ. Для массового внедрения в России наиболее перспективна экструзионная печать, особенно с учётом разработок ТГАСУ, позволяющих использовать промышленные отходы (зола) в составе смесей.

Таблица 4

Реализованные проекты 3D-печати в строительстве в Российской Федерации

Объект	Характеристики	Результаты	Значение
Общественный центр «Мелля» (с. Мальбагуш, Татарстан)	Площадь более 1600 м², высота стен до 10 м. В составе: библиотека, киноконцертный зал, ФАП, спортзал, почта, пожарное депо	500 т уникальной 3D-смеси с волокнами мискантуса и конопли, положительное заключение госэкспертизы	Первое в России общественное здание, напечатанное на 3D-принтере, рекорд в Книге рекордов России
Двухэтажный дом (Республика Алтай)	Площадь 180 м², печать за 200 часов (~8,3 суток), 2 оператора	Здание не требует дополнительной отделки	Промышленная апробация разработки ТГАСУ
Рекордный высотный объект (резиденты «Сколково» - АМТ и «3Д Арт»)	Многоэтажный объект	Объект вошёл в Книгу рекордов России	Первый шаг к многоэтажной 3D-печати в России

Наиболее распространённым методом для крупномасштабного строительства является экструзионная печать. В России учёными Томского государственного архитектурно-строительного университета разработана уникальная смесь для 3D-печати, позволяющая возводить конструкции высотой до 20 метров. Состав содержит около 10% золы и побочных продуктов горнодобывающей промышленности, что делает технологию экологически безопасной за счёт утилизации промышленных отходов.

В России технология 3D-печати в строительстве находится в стадии активного внедрения. Наиболее значимые проекты представлены в таблице 4.

Российские проекты демонстрируют переход от экспериментального к промышленному использованию 3D-печати. Общественный центр «Мелля» является первым объектом, получившим положительное заключение госэкспертизы, что создаёт прецедент для нормативного регулирования. Проект в Республике Алтай и рекордный объект резидентов «Сколково» подтверждают готовность технологии к строительству двух- и многоэтажных зданий. Ключевым ограничением остаётся отсутствие федеральных стандартов, однако позитивный опыт Татарстана и Алтая может служить основой для их разработки.

Особого внимания заслуживает общественный центр «Мелля» (с татарского - «учитель», «просветитель»), построенный компанией «Татнефть». В составе 3D-смеси апробированы волокна мискантуса и промышленной конопли. В возведении центра участвовали студенты, первыми в стране прошедшие курс подготовки операторов строительного 3D-принтера.

Мировой опыт демонстрирует переход технологии от экспериментальной стадии к коммерческому применению. Ключевые международные проекты приведены в таблице 5.

Таблица 5
Международные проекты 3D-печати в строительстве

Локация	Характеристики	Результаты	Значение
QR3D (Сингапур)	Четырёхэтажный дом площадью 570 м², более 90% материалов напечатаны на 3D-принтере	Первый в Сингапуре многоэтажный дом, полностью напечатанный на 3D-принтере	Доказательство возможности печати многоэтажных зданий
Дома для малоимущих (Техас, США)	3 дома площадью 60 м², гибридная конструкция	Более высокая изоляция, устойчивость к воде, плесени, термитам и огню	Решение проблемы доступного жилья
Двухэтажный дом (Перт, Австралия)	Полностью напечатан на 3D-принтере (от фундамента до крыши)	Печать заняла всего 18 часов	Демонстрация высокой скорости строительства
Дом из земли (Япония)	Площадь 100 м², печать на основе грунта	Без использования традиционного бетона	Экологичная альтернатива для устойчивого строительства

Международный опыт подтверждает технологическую зрелость 3D-печати для решения широкого круга задач: от доступного жилья (Техас, Мексика) до многоэтажного строительства (Сингапур) и использования экологичных материалов (Япония, земляные смеси). Рекордная скорость печати двухэтажного дома в Австралии (18 часов) демонстрирует потенциал сокращения инвестиционно-строительного цикла. Для России наиболее релевантен опыт Техаса (доступное жильё) и Японии (использование местных материалов, включая переработанные отходы), что коррелирует с задачами развития сельских территорий Волгоградской области.

Результаты

Особый научный и практический интерес представляет возможность объединения двух рассмотренных технологических направлений - использование резиновой крошки, полученной из изношенных автомобильных шин, в качестве компонента бетонных смесей для строительной 3D-печати.

Результаты лабораторных испытаний показывают, что замена 5-15% мелкого заполнителя (песка) резиновой крошкой может обеспечить следующие эффекты:

- снижение плотности бетона на 5-12%, что облегчает конструкции и снижает нагрузку на фундаменты;
- повышение деформативности и трещиностойкости за счёт эластичности резиновых частиц;
- улучшение звукоизоляционных свойств напечатанных стен;
- повышение морозостойкости за счёт снижения водопоглощения.

Исследования, проведённые в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова, подтверждают, что добавление резины в бетонные смеси улучшает пластичность и устойчивость к динамическим нагрузкам.

Для 3D-печати, где критически важны реологические свойства смеси (удержание формы после экструзии, тиксотропия, время схватывания), применение резиновой крошки требует специальной адаптации рецептуры. В частности, необходима предварительная обработка резиновой крошки (например, щелочная обработка для улучшения сцепления с цементным камнем) и введение пластифицирующих добавок, компенсирующих снижение подвижности смеси.

Обсуждение

Рассмотренные технологии органично вписываются в концепцию циркулярной (замкнутой) экономики, которая предполагает минимизацию отходов и максимальное вовлечение ресурсов в повторный хозяйственный оборот.

Переработка изношенных автомобильных шин позволяет:

- сократить объёмы захоронения на полигонах (в США, например, запасы шинных отходов сократились на 94% с 2021 года);
- снизить углеродный след: выбросы CO_2 при использовании переработанной резины в 4-20 раз ниже, чем при производстве первичных материалов;
- получить ценные вторичные ресурсы (технический углерод, пиролизное масло, металлокорд).

3D-печать в строительстве, в свою очередь, способствует:

- снижению отходов строительного производства до 3-5% против 10-15% при традиционных методах;
- сокращению транспортных расходов за счёт производства конструкций непосредственно на строительной площадке;
- возможности использования местных и вторичных сырьевых ресурсов.

Объединение двух технологий в рамках единой производственной цепочки («шина → резиновая крошка → 3D-печатная строительная конструкция») представляет собой замкнутый цикл, полностью соответствующий принципам устойчивого развития.

Заключение

Проведённый системный анализ позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Проблема накопления изношенных автомобильных шин имеет глобальный характер и требует комплексного решения. В России ежегодно образуется около 1 млн т шинных отходов, из которых утилизируется лишь половина при совокупных мощностях перерабатывающих предприятий 525 тыс. т в год.
2. Наиболее перспективными методами переработки шин являются механическое измельчение с получением резиновой крошки и пиролиз с получением технического углерода и жидкого топлива. Резиновая крошка находит широкое применение в дорожном строительстве (резиноасфальт со снижением шума на 4-10 дБ), производстве покрытий детских и спортивных площадок, а также в качестве модификатора бетонных смесей.
3. Технологии 3D-печати в строительстве перешли от экспериментальной стадии к коммерческому применению. В России реализованы знаковые проекты (общественный центр «Мелля» в Татарстане, двухэтажный дом в Республике Алтай), а международный опыт включает строительство многоэтажных зданий в Сингапуре, доступного жилья в США и уникальных объектов в Австралии и Японии.
4. Синергетический эффект от объединения двух технологий - использование резиновой крошки из изношенных шин в бетонных смесях для 3D-печати - открывает новые возможности для создания экономически эффективных, экологически безопасных и ресурсосберегающих строительных конструкций.
5. Для масштабирования предложенных решений в России необходима разработка национальных стандартов и технических регламентов, регламентирующих применение вторичных ресурсов в аддитивном строительстве, а также стимулирование спроса со стороны государственных и муниципальных заказчиков.

Таким образом, комплексное применение технологий переработки изношенных автомобильных шин и 3D-печати в строительстве представляет собой стратегически обоснованное направление для формирования устойчивой, безопасной и комфортной городской среды в рамках циркулярной экономики.

Литература

1. Боровских, Н. В. Проблемы формирования комфортной городской среды на территории муниципальных образований Российской Федерации (на примере города Омска) / Н. В. Боровских, Т. А. Чижикова, Е. И. Сальниченко // Наука Красноярья. 2025. №1. - С. 69-86.

2. Леонтьева Е.В., Федоров Р.К. Экологические аспекты переработки шин и использование продуктов в городском благоустройстве // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 11. – С. 112-118.

3. Черешнев, И. В. Формирование комфортной городской среды: к вопросу об оценке проектов благоустройства / И. В. Черешнев, Н. В. Черешнева, Е. Д. Кусков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2022. - № 1(86). - С. 338-347. - EDN RAGXHW.

4. Almaliki, Alaa. (2015). The Processes and Technologies of 3D Printing. International Journal of Advances in Computer Science and Technology.

5. Tay, Yi Wei Daniel & Panda, Biranchi & Paul, Suvash & Noor Mohamed, Nisar Ahamed & Tan, M.J. & Leong, Kah Fai. (2017). 3D printing trends in building and construction industry: a review. Virtual and Physical Prototyping. 12. 1-16. 10.1080/17452759.2017.1326724.

6. Silva, Neesha & Rajapaksha, Upendra & Udawatthe, Chameera. (2025). Tailoring 3D printing for personalized housing: selecting the right technology for custom home construction. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 1-21. 10.1080/13467581.2025.2584640.

7. Половян А. В. Инновационные направления повышения конкурентоспособности организаций на рынке строительных услуг / А. В. Половян, К. И. Синицына // Вестник Академии знаний. 2025. №2 (67). - С. 499-503

8. 1. Данилов А.М., Смирнов В.Л. Технологии утилизации изношенных автомобильных шин: сравнительный анализ пиролиза и измельчения // Экология и промышленность России. – 2021. – Т. 25, № 3. – С. 52-57.

9. Свинцов Е. В. Строительные 3d-принтеры и их преимущества при использовании в малоэтажном строительстве / Е. В. Свинцов, О. В. Петренева // Архитектура, строительство, транспорт. 2023. №2. - С. 16-25.

10. . Яковлев А.А. Анализ рисков и перспектив развития отрасли переработки шин в РФ // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2020. – № 1(76). – С. 174-182.

11. Nerella, Venkatesh Naidu & Hempel, Simone & Mechtcherine, Viktor. (2019). Effects of layer-interface properties on mechanical performance of concrete elements produced by extrusion-based 3D-printing. Construction and Building Materials. 205. 586-601. 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.235.

12. Hager, Izabela & Golonka, Anna & Putanowicz, Roman. (2016). 3D Printing of Buildings and Building Components as the Future of Sustainable Construction?. Procedia Engineering. 151. 292-299. 10.1016/j.proeng.2016.07.357.

13. Hayyat, Sadaqat & Adeel, Muhammad & Akbar, Ghulam & Abbas, Asad & Zaib, Shah & Khan, Muhammad. (2025). Role of 3D Printed Concrete as a Sustainable Structure and Construction. European Journal of Theoretical and Applied Sciences. 3. 10.59324/ejtas.2025.3(5).18.

14. S. Minaeva, M. Syachina, A. Mironov, N. Minaev, E. Krumins, S. Howdle, V. Popov Novel polymers for selective laser sintering: a new approach to 3D printing // Сборник трудов конференции «International Conference on Advanced Laser Technologies (ALT)». 2019. №19. - pp 279-279.

15. Downard, J., Singh, A., Bullard, R., Jayarathne, T., Rathnayake, C. M., Simmons, D. L., ... & Stone, E. A. (2014). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill – Part 1: Characterization of gaseous and particulate emissions. Atmospheric Environment, 95, 351-360.

Sustainable Urban Environment: Modern Approaches to Tire Recycling and 3D Printing in Construction

Kozmina E.Yu., Gurik V.A., Polyakov V.G.
Volgograd State Technical University (VSTU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article presents a systematic analysis of two innovative directions contributing to the transition of the construction industry to a sustainable development model: technologies for processing end-of-life tires (ELT) and methods of construction 3D printing. The scale of tire waste generation in Russia and globally, current recycling methods (mechanical grinding, cryogenic processing, pyrolysis), and the areas of secondary application of crumb rubber in construction and urban improvement are examined. Key additive construction technologies (extrusion printing, binder jetting, selective laser sintering), their technical and economic characteristics, and implemented projects in Russia and abroad are analyzed. The potential of an integrated approach combining tire waste recycling and 3D printing, including the use of crumb rubber as a component of concrete mixes for additive manufacturing, is substantiated. It is demonstrated that the synergy of the two technologies opens up opportunities for creating a cost-effective, environmentally safe, and resource-efficient urban environment within the framework of a circular economy.

Keywords: end-of-life tires, crumb rubber, waste recycling, 3D printing in construction, additive technologies, circular economy, sustainable development, urban infrastructure.

References

1. Borovskikh, N. V., Chizhikova, T. A., Salnichenko, E. I. (2025). Problems of forming a comfortable urban environment in the territories of municipalities of the Russian Federation (on the example of the city of Omsk). Science of Krasnoyarye, (1), 69-86. (in Russian)
2. Leontyeva, E. V., Fedorov, R. K. (2020). Environmental aspects of tire recycling and the use of products in urban improvement. Advances in Current Natural Sciences, (11), 112-118. (in Russian)
3. Chereshnev, I. V., Chereshneva, N. V., Kuskov, E. D. (2022). Formation of a comfortable urban environment: on the issue of evaluating landscaping projects. Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture, (1(86)), 338-347. (in Russian) EDN RAGXHW.
4. Almaliki, A. (2015). The Processes and Technologies of 3D Printing. International Journal of Advances in Computer Science and Technology.
5. Tay, Y. W. D., Panda, B., Paul, S. C., Noor Mohamed, N. A., Tan, M. J., Leong, K. F. (2017). 3D printing trends in building and construction industry: a review. Virtual and Physical Prototyping, 12, 1-16. DOI: 10.1080/17452759.2017.1326724.
6. Silva, N., Rajapaksha, U., Udawatthe, C. (2025). Tailoring 3D printing for personalized housing: selecting the right technology for custom home construction. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 1-21. DOI: 10.1080/13467581.2025.2584640.
7. Polovyan, A. V., Sinitsyna, K. I. (2025). Innovative directions for increasing the competitiveness of organizations in the construction services market. Bulletin of the Academy of Knowledge, (2(67)), 499-503. (in Russian)
8. Danilov, A. M., Smirnov, V. L. (2021). Technologies for recycling end-of-life tires: a comparative analysis of pyrolysis and grinding. Ecology and Industry of Russia, 25(3), 52-57. (in Russian)
9. Svintsov, E. V., Petreneva, O. V. (2023). Construction 3D printers and their advantages in low-rise construction. Architecture, Construction, Transport, (2), 16-25. (in Russian)
10. Yakovlev, A. A. (2020). Analysis of risks and development prospects of the tire recycling industry in the Russian Federation. Issues of Modern Science and Practice. Vernadsky University, (1(76)), 174-182. (in Russian)
11. Nerella, V. N., Hempel, S., Mechtcherine, V. (2019). Effects of layer-interface properties on mechanical performance of concrete elements produced by extrusion-based 3D-printing. Construction and Building Materials, 205, 586-601. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.235.
12. Hager, I., Golonka, A., Putanowicz, R. (2016). 3D Printing of Buildings and Building Components as the Future of Sustainable Construction? Procedia Engineering, 151, 292-299. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.07.357.
13. Hayyat, S., Adeel, M., Akbar, G., Abbas, A., Zaib, S., Khan, M. (2025). Role of 3D Printed Concrete as a Sustainable Structure and Construction. European Journal of Theoretical and Applied Sciences, 3. DOI: 10.59324/ejtas.2025.3(5).18.
14. Minaeva, S., Syachina, M., Mironov, A., Minaev, N., Krumins, E., Howdle, S., Popov, V. (2019). Novel polymers for selective laser sintering: a new approach to 3D printing. In Proceedings of the International Conference on Advanced Laser Technologies (ALT), 279.
15. Downard, J., Singh, A., Bullard, R., Jayarathne, T., Rathnayake, C. M., Simmons, D. L., ... & Stone, E. A. (2014). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill – Part 1: Characterization of gaseous and particulate emissions. Atmospheric Environment, 95, 351-360.

Перспективы применения изношенных шин при формировании экологически устойчивой городской инфраструктуры

Козьмина Екатерина Юрьевна
студент группы СМ-13-24, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), ekaterina141002@icloud.com,

Гурик Валерий Андреевич
студент группы СМ-13-24, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), valerun.gurik@gmail.com,

Мавлютов Рамиль Ростемович
к.э.н., доцент кафедры «Городское строительство, экономика и управление проектами», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), ramil-2002@mail.ru

Статья посвящена исследованию ресурсного потенциала изношенных автомобильных шин (ИАШ) как вторичного материального ресурса для формирования экологичной городской инфраструктуры. Рассматривается проблема накопления шинных отходов и их негативного воздействия на окружающую среду. В работе систематизированы и проанализированы современные направления утилизации и рециклинга ИАШ с фокусом на применение в градостроительстве и благоустройстве. Особое внимание уделено таким практикам, как использование резиновой крошки для производства покрытий детских и спортивных площадок, резино-асфальтовых смесей для дорожного строительства, элементов шумопоглощающих барьеров и малых архитектурных форм. Доказывается, что вовлечение изношенных шин в хозяйственный оборот не только способствует решению острой экологической проблемы, но и вносит вклад в создание безопасной, комфортной и ресурсоэффективной городской среды, отвечающей принципам циклической экономики.
Ключевые слова: изношенные автомобильные шины, утилизация отходов, резиновая крошка, рециклинг, городская инфраструктура, экологичное строительство, циклическая экономика.

Введение

Развитие автомобилизации наряду с социально-экономическими преимуществами приводит к серьёзным экологическим проблемам. Одна из наиболее масштабных - образование твёрдых отходов, в частности изношенных автомобильных шин. Актуальность их утилизации в Российской Федерации обусловлена ежегодными объёмами образования, высоким классом опасности, пожароопасностью, а также способностью быть источником долговременного загрязнения окружающей среды тяжёлыми металлами и стойкими органическими соединениями.

Наиболее перспективное направление - глубокая переработка шин с получением вторичных ресурсов для градостроительства и благоустройства. Этот подход соответствует принципам циркулярной экономики, позволяя минимизировать экологический ущерб и создавать новые материалы для комфортной городской среды. Основные продукты переработки: резиновая крошка, текстильный корд, металлокорд и пиролизные продукты (газ, жидкость, технический углерод).

В настоящее время это направление приобретает особую значимость в контексте национальных проектов, ориентированных на комфортную городскую среду и экологизацию пространств. Ключевая задача - эффективная интеграция продуктов утилизации шин в городскую инфраструктуру.

Целью данной научной статьи является анализ современных методов переработки изношенных автомобильных шин, оценка потенциала и объема применения получаемых материалов для использования в городской среде.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

1. Провести сравнительный анализ подходов утилизации автомобильных шин, применяемых в Российской Федерации и в международной практике, и определить потенциальный объем с целью образования новых заводов.

2. Систематизировать основные продукты переработки шин, дать характеристику их физико-механических и потребительских свойств, а также областей применения в градостроительстве и благоустройстве.

3. Оценить возможные экологические риски, связанные с эксплуатацией изделий на основе резиновой крошки в условиях городской среды.

4. На основе проведённого анализа разработать практические рекомендации по внедрению технологий использования вторичных ресурсов из шин для благоустройства на территории Российской Федерации.

Предметом исследования являются технологические, экологические и градостроительные аспекты использования продуктов переработки изношенных шин для формирования экологичной городской инфраструктуры.

Материалы и методы. Согласно оценкам Росстата, численность населения РФ составляет около 146 млн человек, количество зарегистрированных легковых автомобилей - 47,5 млн единиц. Уровень автомобилизации - примерно 331 автомобиль на 1000 человек. Это формирует значительные экологические проблемы, связанные с накоплением трудноутилизируемых отходов.

На примере Волгограда за последние 10 лет количество транспортных средств возросло с 252 тыс. до более 300 тыс. единиц, что показывает устойчивую тенденцию роста автомобилизации.

Ежегодно в России образуется около 1 млн тонн изношенных шин, но перерабатывается лишь незначительная часть. Основная масса складируется на полигонах ТКО или на несанкционированных свалках, что приводит к использованию земельных площадей и росту экологической нагрузки. Особую опасность представляет длительный срок разложения шин и риск их возгорания с выделением токсичных веществ.

В России функционирует более 80 предприятий по переработке шин. Крупнейшие расположены в Московской, Челябинской и Нижегородской областях. Однако мощности переработки недостаточны для утилизации всего объёма отходов из-за неравномерного распределения предприятий и ограниченного спроса на продукцию из переработанной резины.

Для достижения целей первой поставленной задачи был произведен сравнительный анализ российских и зарубежных подходов утилизации автомобильных шин. Сравнительную оценку следует делать по таким критериям как нормативная база, экономические возможности и состояние рынка. Результаты анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ систем переработки изношенных шин в РФ и международной практике.

Критерий сравнения	Российская Федерация	Международный опыт (на примере США и ЕС)
Нормативная база	Закон №89-ФЗ, региональные программы. Отсутствие прямой директивы по шинам.	ЕС: Рамочная директива об отходах, запрет на захоронение целых и измельчённых шин.
Экономические инструменты	Расширенная ответственность производителя, низкие ставки экосбора.	Высокие налоги на захоронение, залоговые системы, гранты, налоговые льготы.
Доминирующие технологии	Измельчение в крошку (70-80%), захоронение, частично пиролиз.	Приоритет рециклинга и энергетической утилизации на цементных заводах.
Структура рынка	Рынок крошки, рынки пиролизного масла и техуглерода не развиты.	Диверсифицированный спрос, сформированные рынки для всех продуктов.
Логистика	Высокая стоимость из-за расстояний, низкая плотность пунктов сбора.	Плотная сеть пунктов сбора, оптимизированные маршруты.
Нормативная база	Закон №89-ФЗ, региональные программы. Отсутствие прямой директивы по шинам.	ЕС: Рамочная директива об отходах, запрет на захоронение целых и измельчённых шин.

Таким образом сравнительный анализ дал представление о недостатках в вопросах утилизации шин и способах их решения в РФ. В России отсутствует законодательный запрет на захоронения шин, поэтому частым решением их утилизации является именно захоронение. В то время как в Европе и США предусмотрены высокие штрафы за данный вид утилизации, и наоборот большие льготы для перерабатывающих компаний. Что касается технологии переработки, в России чаще всего шины измельчаются в крошку, после чего ее редко используют в производстве, а Европе из нее изготавливают высококачественные материалы, которые применяются в городском строительстве (резиновые покрытия для детских и спортивных площадок, плитка и тротуарная плитка). [1]

Литературный обзор. Чтобы определить слабые стороны российского рынка, использовались данные из сборников Рособрнадзора и отраслевые отчеты Национальной ассоциации переработки отходов. Этот анализ дал возможность увидеть как макроэкономические, так и национальные ограничения, в них входит дорогая логистическая стоимость, особенно в отдаленных регионах страны, а так же низкий уровень развитости рынка пиролизного масла и технического углерода.

Слабое звено в отечественной модели, это не технологическая отсталость, а неблагоприятные экономические условия для их применения. Соответственно первым делом необходимо создать подходящие для этого экономические и логистические условия.

Задача систематизации продуктов переработки шин представляет собой аналитический анализ, в котором рассматривались разные виды получаемого продукта. В ходе работы были собраны данные о получаемых продуктах в процессе переработки, и их рентабельность использования, основанная на мировом опыте. Результат анализа показан в таблице 2.

Таблица 2
Компонентный состав шины, пути вторичного использования и рентабельность.

Сырьё	Доля, %	Форма после переработки	Использование в градостроительстве	Рентабельность
Каучук	45-50%	Резиновая крошка, пиролизное масло	Дорожное строительство, покрытия, стройматериалы, ландшафт	Высокая
Технический углерод	20-30%	В составе крошки	Улучшает свойства асфальта	Средняя
Металлический корд	15-25%	Стальная проволока	Как металлолом	Очень высокая
Текстильный корд	5-15%	Текстильная фреза	Наполнитель для полимербетона, сорбенты	Низкая (в РФ рынка нет, но потенциал есть)
Цинк, сера, оксиды кремния	1-10%	В составе крошки	Улучшает свойства асфальта	Нейтральная
Резиновая пыль	5-10%	Побочный продукт	Практически не используется	Очень низкая (нужны НИОКР)
Летучие вещества	-	Синтез-газ, пиролизное масло	Газ - для энергоснабжения, масло - как топливо	Спорная (без господдержки нерентабельна)

Основным продуктом, используемым в городском строительстве, является резиновая крошка, получаемая из переработанных шин. Свойства резиновой крошки связаны с размерами её гранул. Исходя из этого было принято решение разделить крошку на фракции, мелкая (1-4мм), крупная (5-10мм). Основным плюсом для городского строительства, является её долговечность и безопасность в использовании. Мелкую и среднюю крошку принято использовать для строительства детских и спортивных площадок, путем её смешивания со специальным клеем. В результате можно получить бесшовное и мягкое покрытие, которое соответствует Российским и Европейским стандартам. Крупная резиновая крошка может закладываться в проектную документацию при разработке дворовых пространств и других элементов городской инфраструктуры. Основным продуктом, получаемым из неё, является резиновая плитка, которая пропускает воду и уменьшает нагрев в жаркое время года.[4]

Рисунок 2 - Резиновая плитка

Следующим популярным способом использования резиновой крошки является добавление её в асфальт с целью повышения его долговечности и прочности. Данная технология представляет собой введение в битум 15-20 % резиновой крошки, которая придаёт ему более эластичные и вяжущие свойства. Асфальт, произведённый по данной технологии, имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным.

Благодаря повышенной пружинистости покрытие лучше переносит эксплуатационные нагрузки и, как следствие, реже подвергается растрескиванию. Также улучшается сцепление шин с асфальтом за счёт изменённого состава покрытия, что особенно важно на участках с повышенной тормозной нагрузкой. Кроме того, технология добавления резиновой крошки в асфальт позволяет снизить уровень шума от автомобильного движения, что особенно заметно на оживлённых городских улицах.

Важно отметить, что данная технология не применяется при строительстве всех дорожных участков. Как правило, она используется на наиболее загруженных и ответственных объектах, таких как магистральные дороги, мосты, съезды, а также зоны торможения и остановок транспорта.[5]

В рамках анализа продуктов, получаемых в процессе переработки автомобильных шин, были также рассмотрены другие материалы, образующиеся при их переработке. Одним из них является текстильный корд, извлекаемый из каркаса шин, который может использоваться в качестве армирующей добавки в дорожных материалах, а также в основании фундаментов. Другим продуктом является металлокорд, представляющий собой стальную проволоку, которая может быть переплавлена и повторно использована в различных строительных конструкциях.

Таблица 3
Продукты, получаемые при переработке автомобильных шин

№	Получаемый продукт	Описание и свойства	Применение в городском строительстве
1	Резиновая крошка	Гранулы из очищенной резины. Свойства: долговечность, шумопоглощение, упругость.	Мелкая: покрытия детских площадок. Крупная: резиновая плитка для тротуаров
2	Резинобитумный асфальт	Добавление резиновой крошки в дорожное покрытие. Свойства: повышает эластичность, снижает шум.	Используется на участках дороги с высокой загруженностью.
3	Текстильный корд	Волокнистый материал, который извлекается из каркаса шин. Свойства: дренирующие и армирующие функции.	Добавление в грунты для улучшения их механических свойств.
4	Металлокорд	Стальная проволока. Свойства: готовое металлическое вторичное сырье.	Переплавка на металлургических предприятиях с целью дальнейшего использования в строительных конструкциях.

Результаты. Однако следует отметить, что применение данных материалов в настоящее время не является широко распространённым. Для их эффективного использования требуется налаживание взаимодействия между различными отраслями промышленности. В связи с этим данное

направление можно считать перспективным в том числе в строительной индустрии, однако на сегодняшний день оно остаётся вспомогательным, а не основным способом переработки автомобильных шин.

Основные продукты, которые получают при переработке шин представлены в таблице 3.

Результатом работы является созданная инструкция, которая помогает выбрать вариант использования перерабатываемого материала, исходя из задач строительства. Данная инструкция разделена на три основных блока, такие как свойства и материалы, задачи объекта и экономика. На практике это дает возможность делать выбор исходя из точных экономических и технических расчетов.

Таблица 4

Преимущества и недостатки переработки изношенных шин в крошку

№	Преимущества	Недостатки
1	Большой опыт переработки данным методом как на территории РФ, так и за границей	Сезонность бизнеса, основанного на данном методе
2	Возможность диверсификации выпускаемой продукции	Частые простои оборудования из-за частого износа деталей, подвергающихся механическому износу
3	Небольшой штат необходимых сотрудников (4-5 человек)	Большая конкуренция на рынке, относительно других способов
4	Не высокая технологическая сложность и специфичность оборудования	Необходимость утилизации изношенных продуктов, производимых из резиновой крошки
5	Возможность масштабирования производства	Невозможность полного улавливания тонкоизмельченных отходов текстильного корда, паль от которого загрязняет экологию

Проведенный анализ позволил сделать вывод, что наиболее перспективным и полезным материалом, получаемым при переработке шин, является резиновая крошка. Интерес к данному продукты обусловлен следующими факторами:

1. Быстрая реализации в краткосрочной перспективе. В отличие от других продуктов, технология применения и производства резиновой крошки стандартизирована и имеет больший опыт применения за рубежом.
2. Соответствие стандартам современного города.
3. Формирование экономики замкнутого цикла. Это отличный пример, когда использованные автомобильные шины превращаются в ресурс для благоустройства города.

Третьей задачей исследования являлась оценка возможных рисков, связанных с использованием продуктов, получаемых в результате переработки автомобильных шин, а также анализ их потенциального негативного воздействия на здоровье и безопасность населения и состояние окружающей среды. Актуальность данного этапа обусловлена сложным химическим составом резины, представляющей собой композитный материал, включающий технический углерод, серу, пластификаторы, тяжёлые металлы и полиароматические углеводороды. После переработки автомобильных шин в резиновую крошку химический состав материала не претерпевает существенных изменений, вследствие чего указанные вещества в процессе эксплуатации могут высвобождаться под воздействием ультрафиолетового излучения, атмосферных осадков и температурных колебаний.

Основными загрязняющими факторами, возникающими на этапах переработки шин, являются резиновая пыль, сажа, токсичные газообразные соединения и канцерогенные вещества. Наибольшую опасность представляют мелкодисперсные частицы, способные проникать в дыхательные пути и кровеносную систему человека. Кроме того, летучие органические соединения и тяжёлые металлы, в частности цинк, могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека и способствовать развитию респираторных и сердечно-сосудистых заболеваний [6]. В связи с этим при проектировании и эксплуатации предприятий по переработке шин необходимо обеспечивать строгий контроль выбросов и высокую эффективность систем очистки воздуха.

Обсуждение. Проведённое исследование позволило сформировать комплексное представление о возможных рисках, связанных с технологией использования резиновой крошки. Установлено, что при соблюдении технологических регламентов на этапах производства и применения данный материал не представляет угрозы для здоровья человека и окружающей среды. В частности, допустимо использование исключительно механически измельчённых чистых шин, тогда как применение пиролизной крошки является недопустимым. При проектировании детских игровых и спортивных площадок также необходимо предусматривать устройство изолирующего слоя в виде бетонной плиты или бетонной стяжки, исключающего непосредственный контакт покрытия с грунтом. Таким образом, при соблюдении требований контроля и проектирования потенциальные риски могут быть минимизированы, а резиновая крошка может рассматриваться как безопасный и перспективный материал для применения в городском строительстве.

Заключение. Проведенная работа позволила сделать выводы о безопасности использования резиновой крошки в городском строительстве, следующим этапом является внедрения этих технологий в России. Чтобы понять, как этого добиться, необходимо сделать детальный анализ каждого направления и произвести обзор сильных и слабых сторон (прочность, безопасность, цена), перспективы развития технологии и угрозы в виде конкуренции с пластиком.

Рекомендации были разделены на три уровня: нормативно-правовой, экономико-рыночный, организационно-логистический.

1. Одной из задач нормативного-правового уровня является внесение резиновой крошки в реестр зеленых технологий. Например, установление обязательной доли использования вторичных материалов при благоустройстве городов.

Это поможет стимулировать муниципальных заказчиков использовать данное сырье в рамках реализации программы комфортной городской среды. Вторая задача первого уровня заключается в утверждении ГОСТов и нормативов, регламентирующих требования к сырью, норм на готовую продукцию и технологический регламент монтажа.

2. Экономико-рыночный уровень необходим для создания условий, которые сделают данную технологию более узнаваемой и привлекательной на рынке. Могут быть запущены пилотные проекты, которые продемонстрируют безопасность и преимущества её использования. Так же введение мер финансовой поддержки для предприятий внедряющих использование переработанных материалов, будет стимулировать спрос.

3. Третий уровень играет роль оптимизации цепочки создания стоимости. Для снижения издержек и улучшения логистики будет важным открытие региональных кластеров, развитие конкурентоспособности.

Данные рекомендации позволяют сформировать конкретное представление о возможности интеграции технологии использования переработки шин в городском строительстве для благоустройства Российских городов.

Для обеспечения развития устойчивого обращения с отходами в виде переработанных шин и увеличения масштабов их переработки, необходимо развивать производственные мощности на территории Российской Федерации.

Современный подход к переработке изношенных шин является сильным и перспективным инструментом, который может быть использован в проектировании современных городов. Начиная резиновыми покрытиями для детских площадок, заканчивая долговечными автомобильными дорогами, резиновая крошка имеет большую перспективу внедрения в городскую инфраструктуру. Решения, связанные с использованием этого материала без сомнений, улучшат качество жизни людей.

Можно сделать вывод, что данные методы замыкают экономический цикл, и становятся ценным ресурсом.

Литература

1. ETRMA. End-of-Life Tyres Management: Europe and Global Practices. - Brussels: European Tyre and Rubber Manufacturers' Association, 2021. - 48 p.

2. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Статистический сборник «Автомобильный парк и транспорт». - Москва: Росстат, 2022. - 120 с.

3. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды РФ). Отчёт о состоянии и охране окружающей среды в Российской Федерации за 2022 год. - Москва, 2023. - 350 с.

4. Чернов С.Ю., Иванов А.В. Использование резиновой крошки из автомобильных шин в городском строительстве // Строительные материалы и технологии. - 2021. - №12. - С. 45-52.

5. Гусев А.В., Петров В.Н. Использование резиновой крошки из автомобильных шин в асфальтобетонных покрытиях городских и магистральных дорог // Дороги и мосты. - 2020. - №7. - С. 34-41.

6. Downard, J., Singh, A., Bullard, R., Jayarathne, T., Rathnayake, C. M., Simmons, D. L., ... & Stone, E. A. (2014). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - Part 1: Characterization of gaseous and particulate emissions. Atmospheric Environment, 95, 351-360.

7. Колесникова И.Г., Петров С.А. Применение резиновой крошки в производстве дорожно-строительных материалов // Дороги и мосты. - 2022. - № 1(45). - С. 98-110.

8. Титова М.С. Экономическая эффективность использования продуктов переработки шин в муниципальном хозяйстве (на примере покрытий) // Региональная экономика: теория и практика. - 2022. - Т. 20, № 2(485). - С. 367-381.

9. Данилов А.М., Смирнов В.Л. Технологии утилизации изношенных автомобильных шин: сравнительный анализ пиролиза и измельчения // Экология и промышленность России. - 2021. - Т. 25, № 3. - С. 52-57.

10. Федеральный закон РФ от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства Российской Федерации. - 1998. - № 26. - Ст. 3192.

11. Справочник по ТБО: сбор, утилизация и переработка твердых бытовых отходов. - М.: Экология, 2020. - 256 с.

12. Ramarad S., Khalid M., Ratnam C.T., Chuah A.L., Rashmi W. Waste tire rubber in polymer blends: A review on the evolution, properties and future // Progress in Materials Science. - 2015. - Vol. 72. - P. 100-140.

13. Thomas B.S., Gupta R.C. A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete // Renewable and Sustainable Energy Reviews. - 2016. - Vol. 54. - P. 1323-1333.

14. Siddique R., Naik T.R. Properties of concrete containing scrap-tire rubber - an overview // Waste Management. - 2004. - Vol. 24, Issue 6. - P. 563-569.

15. Xu X., Leng Z., Lan J. et al. Sustainable practice in pavement engineering through value-added collective recycling of waste plastic and waste tyre rubber // Engineering. - 2021. - Vol. 7, Issue 6. - P. 857-867.

Worn Tires as a Resource: Forming a Sustainable Urban Environment Based on the Principles of a Circular Economy

Kozmina E.Yu., Gurik V.A., Mavlyutov R.R.
Volgograd State Technical University (VSTU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the study of the resource potential of worn automobile tires as a secondary material resource for forming an eco-friendly urban infrastructure. The problem of tire waste accumulation and its negative impact on the environment is considered. The paper systematizes and analyzes modern directions for the disposal and recycling of worn tires, with a focus on their application in urban planning and landscaping. Special attention is paid to such practices as the use of crumb rubber for producing surfaces for children's and sports grounds, rubber-asphalt mixtures for road construction, elements of noise-absorbing barriers, and small architectural forms. It is proved that involving worn tires in economic circulation not only helps to solve an acute environmental problem but also contributes to the creation of a safe, comfortable, and resource-efficient urban environment that meets the principles of a circular economy.

Keywords: worn automobile tires, waste disposal, crumb rubber, recycling, urban infrastructure, eco-friendly construction, circular economy.

References

1. ETRMA. (2021). End-of-Life Tyres Management: Europe and Global Practices. Brussels: European Tyre and Rubber Manufacturers' Association, 48 p.
2. Federal State Statistics Service (Rosstat). (2022). Statistical Collection "Vehicle Fleet and Transport". Moscow: Rosstat, 120 p. (in Russian)
3. Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation. (2023). Report on the State and Protection of the Environment in the Russian Federation for 2022. Moscow, 350 p. (in Russian)
4. Chernov, S. Yu., Ivanov, A. V. (2021). The use of crumb rubber from automobile tires in urban construction. Construction Materials and Technologies, (12), 45-52. (in Russian)
5. Gusev, A. V., Petrov, V. N. (2020). The use of crumb rubber from automobile tires in asphalt concrete pavements of urban and arterial roads. Roads and Bridges, (7), 34-41. (in Russian)
6. Downard, J., Singh, A., Bullard, R., Jayarathne, T., Rathnayake, C. M., Simmons, D. L., ... & Stone, E. A. (2014). Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill - Part 1: Characterization of gaseous and particulate emissions. Atmospheric Environment, 95, 351-360.
7. Kolesnikova, I. G., Petrov, S. A. (2022). Application of crumb rubber in the production of road construction materials. Roads and Bridges, (1(45)), 98-110. (in Russian)
8. Titova, M. S. (2022). Economic efficiency of using tire recycling products in municipal economy (on the example of coatings). Regional Economics: Theory and Practice, 20(2(485)), 367-381. (in Russian)
9. Danilov, A. M., Smirnov, V. L. (2021). Technologies for recycling end-of-life tires: a comparative analysis of pyrolysis and grinding. Ecology and Industry of Russia, 25(3), 52-57. (in Russian)
10. Federal Law of the Russian Federation No. 89-FZ of June 24, 1998 "On Production and Consumption Wastes". Collected Legislation of the Russian Federation, 1998, No. 26, Art. 3192. (in Russian)
11. Reference Book on Solid Waste: Collection, Disposal and Recycling of Municipal Solid Waste. (2020). Moscow: Ekologiya, 256 p. (in Russian)
12. Ramarad, S., Khalid, M., Ratnam, C. T., Chuah, A. L., Rashmi, W. (2015). Waste tire rubber in polymer blends: A review on the evolution, properties and future. Progress in Materials Science, 72, 100-140.
13. Thomas, B. S., Gupta, R. C. (2016). A comprehensive review on the applications of waste tire rubber in cement concrete. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 1323-1333.
14. Siddique, R., Naik, T. R. (2004). Properties of concrete containing scrap-tire rubber - an overview. Waste Management, 24(6), 563-569.
15. Xu, X., Leng, Z., Lan, J. et al. (2021). Sustainable practice in pavement engineering through value-added collective recycling of waste plastic and waste tyre rubber. Engineering, 7(6), 857-867.

Сравнительный расчёт энергоэффективности различных типов стеновых панелей

Данилов Никита Дмитриевич
бакалавр, НИУ МГСУ, nikita_danilov04@mail.ru,

Мамаш Марьяна Максимовна
бакалавр, НИУ МГСУ, maryana.mamash@mail.ru,

Аппаков Солтан Эльзарович
бакалавр, НИУ МГСУ, stokov05@gmail.com,

Шибзухов Махмуд Муратович
бакалавр, НИУ МГСУ, makhmud1510@mail.ru,

Зотова Анна Александровна
бакалавр, НИУ МГСУ, azotova814@gmail.com

В данной статье приведён сравниельно-расчётный обзор энергоэффективности различных типов стеновых панелей на основе методики, изложенной в СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий». Рассмотрено три варианта конструкций стен: трёхслойные железобетонные панели, газобетонные стены и кирпичные ограждающие конструкции с утеплителем. Проведены расчёты сопротивления теплопередаче и удельных тепловых потерь, выявлены отличия в эффективности при нормативных и эксплуатационных условиях. Рассчитана зависимость сопротивления теплопередаче от влажности материалов, учитываются эффекты мостиков холода и качества монтажа. Отмечено, что фактическая энергоэффективность может значительно отличаться от расчётной, что свидетельствует о необходимости учёта множества факторов при проектировании ограждающих конструкций.

Ключевые слова: энергоэффективность, стеновые панели, теплопередача, строительная теплотехника, СП 50.13330.2024, газобетон, железобетон, утеплитель, теплопотери, ограждающие конструкции.

В СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» приведённое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций определяется расчётом с учётом их слоистой структуры также на основании коэффициентов теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей, нормативное значение же сопротивления зависит от климатических параметров района строительства и вычисляется исходя из градусо-суток отопительного периода.

В основу расчёта заложено выражение для сопротивления теплопередаче многослойной конструкции:

$$R = \frac{1}{\alpha в} + \sum \frac{\delta i}{\lambda i} + \frac{1}{\alpha н}$$

где δ_i— толщина слоя, λ_i— коэффициент теплопроводности материала, $\alpha_в$и $\alpha_н$— коэффициенты теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей соответственно эта формула используется для вычисления приведённого сопротивления теплопередаче фрагмента ограждающей конструкции.

Для исследования были выбраны три варианта конструкций: трёхслойная железобетонная панель с минераловатным утеплителем, газобетонная стена и кирпичная кладка с наружным утеплением. В расчётах применялись типовые значения теплопроводности материалов, соответствующие ГОСТ 7076-99 (методы определения теплопроводности) и нормативным справочным данным.

Для трёхслойной железобетонной панели рассмотрена конструкция с несущим слоем бетона толщиной 0, 16 м, утеплителем из минеральной ваты толщиной 0, 15 м и наружным защитным слоем бетона 0, 06 м. Подставив значения в формулу, получаем:

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0.16}{1,7} + \frac{0.15}{0,041} + \frac{0.06}{1,7} + \frac{1}{23} = 3.947 \text{м2} \cdot ℃/\text{Вт}$$

Значение превышает нормативное, что говорит о высокой тепловой эффективности конструкции. но расчёт произведён на основе упрощённой модели. В СП50 отмечается, что при расчёте приведённого сопротивления необходимо учитывать линейные и точечные сопротивления, такие как стыки панелей и анкерные крепления данные элементы являются источниками тепловых потерь, способных снизить эффективность утепления на 10, 15%.

Для газобетонной стены толщиной 0,4 м с коэффициентом теплопроводности 0,12 Вт/(м·°C) расчёт имеет вид:

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0.4}{0,12} + \frac{1}{23} = 3.488 \text{м2} \cdot ℃/\text{Вт}$$

Сама стеновая панель соответствует требованиям СП50. Но важным моментом является влажностное состояние материала. В СП50 отмечается, что расчётные характеристики материалов должны отражать условия эксплуатации. При повышении влажности газобетона его теплопроводность может достигать 0, 16 Вт/(м·°C), что приведёт к изменению расчёта:

$$R = 0,115 + \frac{0,4}{0,16} + 0,043 = 2.658 \text{м2} \cdot ℃/\text{Вт}$$

В таком случае панель уже не соответствует нормативу СП, что подтверждает необходимость учёта реальных условий эксплуатации, а не только лабораторных значений.

Для оценки реального влияния конструкций на энергопотребление зданий был выполнен расчёт плотности протекающего теплового потока:

$$R = \frac{1}{8,7} + \frac{0.25}{0,81} + \frac{0.12}{0.041} + \frac{1}{23} = 3.397 \text{м2} \cdot ℃/\text{Вт}$$

Полученное значение находится в пределах нормативного. При этом стена менее чувствительна к влаге, чем газобетон, но способность ее к утеплению во многом зависит от качества установки утеплителя. В СП указывается, что расчёт должен учитывать влияние строительных деталей и возможных дефектов, способных привести к тепловым потерям.

Для оценки реального влияния конструкций на энергопотребление был выполнен расчёт плотности теплового потока:

$$q = \frac{\Delta T}{R}$$

при температурной разности $\Delta T = 40$°C. Для железобетонной панели:

$$q = \frac{40}{3.95} \approx 10.1 \text{Вт/м2}$$

для газобетона:

$$q \approx \frac{40}{3.49} \approx 11.5 \text{Вт/м2}$$

для кирпичной стены:

$$q \approx \frac{40}{3.40} \approx 11.8 \text{ Вт/м2}$$

На практике между представленными конструкциями существует разница до 15, 17%, которая напрямую отражается на величине эксплуатационных растратах. При расчёте удельной теплозащитной характеристики здания, как указывается в (прил. Д) к СП 50.13330.2024, учёт каждой из конструкций происходит по её сопротивлению теплопередаче и площаде.

По результатам анализа можно сделать вывод о том, что лучшие показатели имеют полнотелые железобетонные многослойные панели, где основой для эффективного утепления служит тщательное конструкторское обеспечение узлов. Газобетонные панели могут иметь высокую энергоэффективность при условии нормальной влагосодержания материала и правильного применения. Кирпичные стены с утеплением более универсальны, но менее эффективны при ограниченной толщине утеплителя. Анализ показал, что выбор стеновой панели следует осуществлять не только по параметру формального выполнения требований СП, но и с помощью рассмотрения существующих в реальности эксплуатации факторов.

Литература

1. СП 50.13330.2024.2024. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. — М.: Минстрой России, 2024.
2. ГОСТ 7076–99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. — М.: Стандартинформ, 2000.
3. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. — М.: Стандартинформ, 2013.
4. ГОСТ 26254–84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. — М.: Стройиздат, 1985.
5. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий. — М.: Госстрой России, 2004.
6. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. — М.: АСВ, 2018. — 256 с.
7. Кудинов А.А. Теплотехника: учебник для вузов. — М.: Инфра-М, 2020. — 368 с.
8. Васильев Г.П., Личман В.А. Энергоэффективные здания и сооружения. — М.: Изд-во МГСУ, 2019. — 312 с.
9. Лыков А.В. Тепломассообмен. — М.: Энергия, 2017. — 560 с.
10. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. — М.: Стандартинформ, 2009.

Comparative calculation of energy efficiency of different types of wall panels

Danilov N.D., Mamash M.M., Appakov S.E., Shibzukhov M.M., Zotova A.A.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

This article provides a comparative and computational review of the energy efficiency of various types of wall panels based on the methodology outlined in SP 50.13330.2024 "Thermal Protection of Buildings." Three types of wall structures are considered: three-layer reinforced concrete panels, aerated concrete walls, and brick enclosing structures with insulation. Calculations of thermal resistance and specific heat losses are performed, and differences in efficiency under regulatory and operational conditions are identified. The dependence of thermal resistance on the moisture content of materials is calculated, and the effects of cold bridges and installation quality are taken into account. It is noted that the actual energy efficiency may differ significantly from the calculated value, which indicates the need to consider multiple factors when designing building envelopes.

Keywords: energy efficiency, wall panels, heat transfer, building thermal engineering, SP 50.13330.2024, aerated concrete, reinforced concrete, insulation, heat losses, building envelopes.

References

1. SP 50.13330.2024. Thermal Protection of Buildings. Updated version of SNiP 23-02-2003. — Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2024.
2. GOST 7076–99. Building Materials and Products. Method for Determining Thermal Conductivity and Thermal Resistance under Steady-State Thermal Conditions. — Moscow: Standartinform, 2000.
3. GOST 30494–2011. Residential and Public Buildings. Indoor Microclimate Parameters. — Moscow: Standartinform, 2013.
4. GOST 26254–84. Buildings and Structures. Methods for Determining Thermal Resistance of Enclosing Structures. — Moscow: Stroyizdat, 1985.
5. SP 23-101-2004. Design of Thermal Protection of Buildings. — Moscow: Gosstroy of Russia, 2004.
6. Fokin K.F. Building Thermal Engineering of Enclosing Structures. — Moscow: ASV, 2018. — 256 p.
7. Kudinov A.A. Thermal Engineering: Textbook for Universities. — Moscow: Infra-M, 2020. — 368 p.
8. Vasiliev G.P., Lichman V.A. Energy-Efficient Buildings and Structures. — Moscow: MGSU Publishing House, 2019. — 312 p.
9. Lykov A.V. Heat and Mass Transfer. — Moscow: Energiya, 2017. — 560 p.
10. GOST R 7.0.5–2008. Bibliographic Reference. General Requirements and Rules of Compilation. — Moscow: Standartinform, 2009.

Расчетный прогноз деформаций многоэтажных зданий на свайных фундаментах в условиях большой толщи слабых грунтов

Дегтерева Елена Эдуардовна
студент группы 9-Сб(ПГС)-4, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), lenadegtereva261@mail.ru,

Дурягин Константин Максимович
студент группы 9-Сб(ПГС)-4, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), constantin.duryagin@yandex.ru,

Козырев Константин Сергеевич
аспирант, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), ks7437@mail.ru

Прогнозирование деформаций оснований многоэтажных зданий, возводимых в условиях значительной толщи слабых грунтов, представляет собой сложную геотехническую задачу, решение которой во многом определяет надежность и долговечность строительного объекта. В работе выполнен расчетный прогноз осадок 22-этажного жилого дома, проектируемого на свайных фундаментах в Приморском районе Санкт-Петербурга.
Расчеты проводились с применением двух подходов: аналитического — в соответствии с требованиями СП 24.13330.2021 и СП 22.13330.2011 (выполнены вручную), и численного — с использованием программного комплекса Plaxis, реализующего метод конечных элементов. Сопоставление результатов, полученных разными методами, позволило оценить сходимость расчетов и обосновать параметры свайного фундамента, обеспечивающие допустимый уровень деформаций.
Особое внимание в исследовании уделено сравнению традиционных решений (сваи 350×350 и 400×400 мм) и инновационного варианта — свай вдавливания сечением 500×500 мм производства компании «Вертикаль».
Ключевые слова: в условиях значительной толщи слабых грунтов, сваи вдавливания сечением 500х500 мм.

Введение

Особую актуальность рассматриваемая проблема приобретает при строительстве на территориях с большой толщей слабых водонасыщенных грунтов, к которым относятся город Санкт-Петербург и Ленинградская область. В таких инженерно-геологических условиях традиционные подходы к проектированию свайных фундаментов зачастую приводят либо к неоправданному завышению материалоемкости (большое количество свай, значительная глубина погружения), либо к недостаточной надежности основания вследствие развития сверхнормативных деформаций.

В настоящей работе выполнен расчетный прогноз осадок многоэтажного здания на различных вариантах свайных фундаментов с целью выявления наиболее эффективного решения, обеспечивающего минимизацию деформаций при рациональных затратах. Расчеты проводились двумя независимыми способами: аналитическим методом (ручной расчет по нормативным методикам СП 24.13330.2021 и СП 22.13330.2011) и численным моделированием в программном комплексе Plaxis, позволяющим учесть нелинейное поведение грунтов, совместную работу элементов системы «основание – фундамент – здание» и особенности поэтапного возведения конструкции.

Сопоставление результатов, полученных по разным методикам, позволило оценить сходимость расчетов, верифицировать принятые допущения и обосновать параметры свайного фундамента, при которых ожидаемые деформации не превышают предельно допустимых значений. В качестве сравниваемых вариантов рассматривались: традиционные сваи вдавливания сечением 350×350 и 400×400 мм, а также инновационное решение — сваи вдавливания сечением 500×500 мм производства компании «Вертикаль», которые ранее в массовом порядке не применялись в условиях Санкт-Петербурга. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании многоэтажных зданий на слабых грунтах для обоснованного выбора типа свайного фундамента, обеспечивающего требуемые показатели деформативности.

1. Анализ инженерно-геологических условий

Территория изысканий находится в границах Приморского административного района Санкт-Петербурга, в геоморфологической зоне Приморской низменности. Архивные материалы свидетельствуют о том, что до 1973 г. в границах участка осуществлялась добыча торфа. На современном этапе рельеф площадки отличается высокой степенью техногенной трансформации. Северный и центральный секторы, на которых запроектированы корпуса 3–5 и 7, сложены отвальными грунтами, перемешанными со строительными отходами; максимальные абсолютные отметки здесь достигают 10,7 м, в то время как фоновые значения прилегающих территорий составляют 4,4–4,8 м.

В геологическом разрезе в пределах разведанной глубины участвуют четвертичные образования разного генезиса: современные техногенные, морские и озерные отложения; верхнечетвертичные озерно-ледниковые комплексы осташковского горизонта (Балтийское ледниковое озеро); озерно-ледниковые и ледниковые отложения лужского стадиала; среднечетвертичные озерно-ледниковые отложения московского стадиала; московская морена; флювиогляциальные отложения днепровского горизонта, а также подстилающие котлинские отложения.

По результатам инженерно-геологической классификации в пределах исследованной толщи выделено 20 инженерно-геологических элементов (ИГЭ), последовательно сменяющих друг друга с глубиной:

ИГЭ 1 – Насыпные грунты: супеси, пески с обломками кирпичей, бетона с растительными остатками;

ИГЭ 2 – Намывные грунты: суглинки легкие пылеватые мягкопластичные с прослоями супеси, песка с растительными остатками;

ИГЭ 3 – Слабозаторфованные грунты бурые насыщенные водой;

ИГЭ 4 – Торф слаборазложившийся бурый насыщенный водой;

ИГЭ 5 – Суглинки легкие пылеватые текучепластичные (по Св мягкопластичные) с редкими растительными остатками и серые;

ИГЭ 6 – Суглинки тяжелые пылеватые текучепластичные (по Св очень мягкопластичные) ленточные коричневато-серые;

ИГЭ 7 – Суглинки легкие пылеватые текучепластичные (по Св мягкопластичные) слоистые с прослоями песка серые;

ИГЭ 8 – Супеси пылеватые пластичные с утолщенными прослоями песка серые;

ИГЭ 9 – Супеси песчанистые пластичные (по Св мягкопластичные) с гравием, галькой до 15% с валунами серые;

ИГЭ 10 – Супеси пылеватые пластичные (по Св тугопластичные) с гравием, галькой до 15% с валунами серые;

ИГЭ 11 – Супеси пылеватые твердые с гравием, галькой до 10% с валунами серые;

ИГЭ 12 – Суглинки легкие пылеватые твердые (по Св полутвердые) коричневато-серые;

ИГЭ 13 – Суглинки тяжелые пылеватые твердые (по Св полутвердые) коричневато-серые;

ИГЭ 14 – Глины легкие пылеватые твердые (по Св полутвердые) коричневые;

ИГЭ 15 – Супеси пылеватые пластичные (по Св полутвердые) коричневые;

ИГЭ 16 – Супеси песчанистые твердые с гравием, галькой, валунами до 15% коричневато-серые;

ИГЭ 17 – Пески пылеватые плотные серые насыщенные водой;

ИГЭ 18 – Пески средней крупности плотные серые насыщенные водой;

ИГЭ 19 – Пески крупные плотные серые насыщенные водой;

ИГЭ 20 – Глины пылеватые твердые с обломками песчаника голубовато-серые.

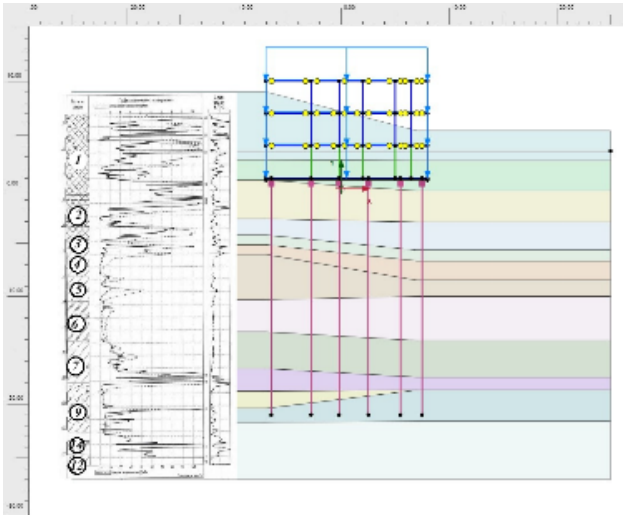


Рис.1. Расчетная схема проектируемого здания в ПО Plaxis, совмещенная с инженерно-геологическим разрезом и результатами статического зондирования.

Верхняя часть разреза сложена слабыми грунтами с низкими прочностными характеристиками (ИГЭ 1–7). Начиная с ИГЭ 9 и глубже, залегают более устойчивые моренные и флювиогляциальные отложения, включая пески различной крупности и твердые глинистые разности, которые могут служить надежным основанием для свайных фундаментов.

На площадке выделяются два водоносных горизонта. Первый — грунтовые воды со свободной поверхностью — приурочен к насыпным, намывным и озерно-ледниковым отложениям. В период изысканий (август–ноябрь 2018 г.) уровни грунтовых вод зафиксированы на глубинах от 1,1 до 6,9 м (абсолютные отметки 3,9–2,6 м). Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и талых вод.

Второй — напорные воды — выявлен на глубинах 25,4–32,7 м (абсолютные отметки минус 20,5 – минус 23,7 м) в флювиогляциальных песках (ИГЭ 17–19). Величина напора достигает 2,8–6,0 м, пьезометрический уровень восстанавливается на абсолютной отметке минус 17,7 м. Напор обусловлен различной фильтрационной способностью водовмещающих пород и перекрывающих их глинистых толщ.

Химический анализ проб показал, что грунтовые воды обладают слабой агрессивностью по отношению к бетону нормальной проницаемости (марка W4) вследствие содержания агрессивной углекислоты и бикарбонатной щелочности. К бетону марки W6 грунтовые воды неагрессивны.

По отношению к углеродистой стали грунты характеризуются средней коррозионной активностью, тогда как к арматуре железобетонных конструкций они неагрессивны. Грунтовые воды проявляют высокую агрессивность к свинцовой оболочке кабеля и среднюю — к алюминиевой.

В соответствии с приложением А СП 47.13330.2012, по совокупности факторов (изменчивость свойств грунтов, наличие нескольких литологических слоев, сложный техногенный рельеф, наличие двух водоносных горизонтов) площадка отнесена ко II категории сложности (средней сложности).

Проектом предусмотрено заложение подошвы плитного ростверка на абсолютных отметках 0,35–0,75 м при планировочных отметках поверхности 3,6–4,0 м. В зоне подошвы фундамента залегают намывные грунты (ИГЭ 2) и морские/озерные суглинки (ИГЭ 4). Наличие в верхней части разреза слабых водонасыщенных грунтов, подстилаемых на значительной глубине прочными отложениями, однозначно обусловливает необходимость применения свайных фундаментов с передачей нагрузок от 22-этажного здания на нижележащие плотные слои.

2. Расчетные значения осадки многоэтажного здания на свайном фундаменте в слабых грунтах

На основании выполненных расчетов осадок условных фундаментов в соответствии с методом послойного суммирования (СП 22.13330.2016) для трех типоразмеров свай вдавливания получены следующие значения: для свай сечением 350×350 мм расчетная осадка составила 12,98 см; для свай 400×400 мм — 10,88 см; для свай 500×500 мм — 8,92 см. Таким образом, установлено, что увеличение поперечного сечения сваи приводит к закономерному снижению абсолютных деформаций основания.

Наименьшая осадка (8,92 см) зафиксирована для свай сечением 500×500 мм, что на 31,3% меньше, чем у свай 350×350 мм, и на 18,0% меньше, чем у свай 400×400 мм. Учитывая, что для 22-этажного жилого дома предельно допустимая осадка согласно приложению «И» СП 22.13330.2016 составляет 10 см, вариант свай сечением 350×350 мм не удовлетворяет нормативным требованиям по деформациям (12,98 см > 10 см). Варианты свай 400×400 мм и 500×500 мм обеспечивают выполнение условий по осадке, однако предпочтительным с точки зрения минимизации деформаций и повышения надежности фундамента является сечение 500×500 мм. Следовательно, применение свай вдавливания сечением 500×500 мм, производителя «Вертикаль», рекомендуется в качестве оптимального проектного решения для рассматриваемых инженерно-геологических условий.

Таблица 1
Расчетные значения осадки

	350×350	400×400	500×500
Количество свай, шт	372	186	125
Рабочая длина сваи, м	17,6	17,0	16,0
Осадка (по СП 22.13330 МПС), см	12,979	10,879	8,915

2. Численное моделирование с учетом влияния основных параметров проектируемого свайного фундамента на осадку здания в условиях слабых грунтов

Геотехнические расчеты были реализованы в двухмерной постановке задачи в программе PLAXIS. Программа позволяет поэтапно моделировать процессы выполнения работ по приспособлению и экскавации грунта, приложению нагрузок, изменению уровня грунтовых вод, решать задачи консолидации, вычислять значение коэффициента надежности по нагрузке и др. Данный метод дает реальную оценку напряжений и смещений, вызванных строительными работами.

Работа грунта описывалась упругопластической моделью с упрочнением (hardening soil model). Использование модели упрочняющегося грунта дает хорошее соответствие с опытными данными на всем диапазоне деформаций, поскольку эта модель позволяет учесть пластическое деформирование грунта на стадии его допредельного состояния.

Основная идея, положенная в основу модели упрочняющегося грунта, состоит в гиперболической зависимости между вертикальными деформациями и девиаторными напряжениями при первичном трехосном нагружении, что точнее описывает реальное поведение грунта. В отличие от моделей, основанных на упругих свойствах материалов, модель упрочняющегося грунта (hardening soil model) не подразумевает фиксированной зависимости между трехосной (дренированной) жесткостью и одометрической жесткостью, получаемой в условиях компрессионного сжатия; значения этих параметров жесткости задаются независимо друг от друга.

На рис. 2 представлена зависимость «напряжения-деформации» модели упрочняющегося грунта, по которой определяются основные деформационные характеристики грунта. В программе принята гиперболическая зависимость напряжений от деформаций. Форма гиперболического графика определяется асимптотическим уровнем qa и секущим модулем первичного нагружения E_{50}, определяемым для уровня нагружения 50% от предельного q_f.

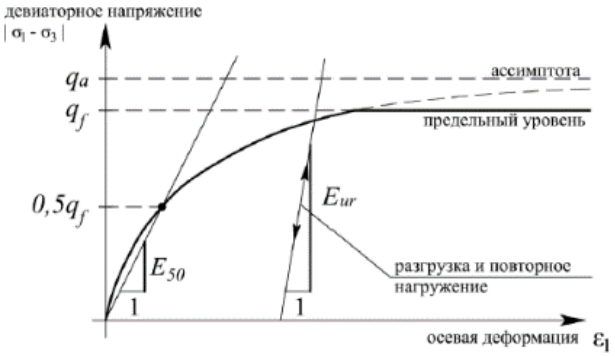


Рис. 2. Зависимость «напряжения-деформации» модели упрочняющегося грунта.

Предельное девиаторное напряжение q_f определяется уравнением Кулона:

$$q_f = (c \cdot cot\varphi - \sigma_3)\frac{2sin\varphi}{1-sin\varphi}, (1)$$

Модуль упругости при разгрузке и повторном нагружении E_{ur} превышает модуль первичного нагружения E_{50}. При отсутствии экспериментального определения E_{ur} по умолчанию назначается его из соотношения $Eur = 3…5\ E_{50}$ (в соответствии с рекомендациями СП 22.13330.2016).

Модули E_{50} и E_{ur} зависят от уровня напряженного состояния, в частности при стабилометрическом испытании – от величины бокового давления σ_3. В программе зависимость этих модулей от бокового давления σ_3 принята в виде степенной функции:

$$E_{50} = E_{50}^{ref}\left(\frac{c \cdot cot\varphi - \sigma_3}{c \cdot cot\varphi + p^{ref}}\right)^m, (2)$$

где:

E_{50}^{ref} - значение модуля при базовом боковом давлении $\sigma_3 = p^{ref}$;

p^{ref} - базовое давление;

m – показатель степенной функции.

Компрессионный модуль E_{oed} также зависит от уровня напряжений. В программе принята степенная функция зависимости E_{oed} от давления компрессии σ_1:

$$E_{oed} = E_{oed}^{ref}\left(\frac{c \cdot cot\varphi - \sigma_1}{c \cdot cot\varphi + p^{ref}}\right)^m, (3)$$

где: E_{oed}^{ref} - значение модуля при базовом боковом давлении $\sigma_1 = p^{ref}$;

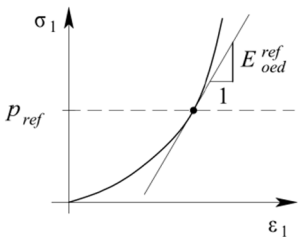


Рис. 3. График компрессионного испытания

Грунтовое основание для здания моделируется объемными конечными элементами, которые в совокупности представляют собой грунтовый массив площадки производства работ. Геомеханическая модель основания строилась на основе анализа и обобщения материалов инженерно-геологических изысканий, выполненных на объекте строительства. Расчет производился на наиболее неблагоприятное напластование грунтов, близкое к каждому конкретному участку производства работ по устройству инженерных сооружений. Такой подход позволяет оценить максимально возможные значения деформаций системы «массив грунта – ограждение траншеи» и обеспечить наибольшую надежность конструктивных решений по креплению выработки.

Расчеты были проведены по II-ой группе предельных состояний, соответственно, все физико-механические характеристики грунтов принимаются по доверительной вероятности 0,85.

В качестве параметров КЭ задается удельный вес, модуль упругости материала, площадь сечения и моменты инерции сечения относительно главных осей элемента. Параметры материалов, необходимые для численного моделирования, были приняты на основе опыта работы с материалами, обладающими сопоставимыми физическими и механическими свойствами. Сваи моделируются специальными элементами «Embedded beam» (Погруженная балка). Взаимодействие между сваей (элемент погруженная балка) и окружающим грунтом (грунтовый кластерный элемент) моделируется с помощью специальных интерфейсных элементов. Для описания поведения интерфейса используется упругопластическая модель. Прочность интерфейсных элементов на контакте свая-грунт принимается в соответствии с требованиями п.7.7.8 [СП 24.13330.2021]. Конструкции стен/плит моделируются КЭ типа плита “Plate”.

Для численного расчета в ПО PLAXIS 2D составлен и принят геологический разрез по двум соседний скважинам тсз-2246 и тсз. 9171 (рис.1). Модель грунта, принятая в расчете – Hardering soil. Модуль деформации разгрузки принят как 3E для песчаных грунтов и 5E для глинистых грунтов. Конструкции подземной и надземной части установлены рабочей документацией.

Границы расчетной модели:

Для уменьшения влияния граничных условий модели на поведение грунтового массива и расчета его напряженно-деформированного состояния приняты следующие отступы от конструкций:

- 15 м от стен подвала в обе стороны;
- 6 м от острия сваи.

С целью частичного учета работы конструкций при заданной нагрузке было смоделировано 3 этажа надземной части. В данной модели опирание плит перекрытия на вертикальные конструкции выполнено в соответствии с рабочей документацией (шарнирное опирание).

Плита ростверка принята постоянной толщины 700 мм.

Свая, установленная в расчете – С80.50-Нсв.8.

Расчет состоит из 4 фаз:

1. Начальная фаза (вычисление начальных напряжений и деформаций в грунте от собственного веса). Так как площадка не ровная, тип расчета – gravity loading.

2. Фаза срезки. Вычисление напряжений в грунте при устройстве планировки.

3. Строительство подземных конструкций совместно с установкой свай и откопкой грунта.

4. Задание нагрузок и устройство надземной части конструкций.

Результаты расчета:

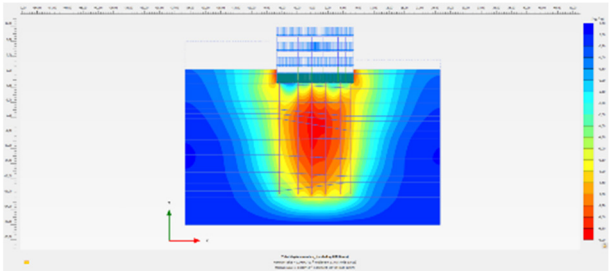


Рис. 4. Изополя вертикальных деформаций.

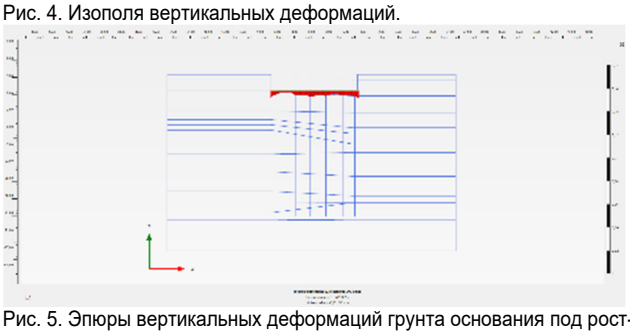


Рис. 5. Эпюры вертикальных деформаций грунта основания под ростверком.

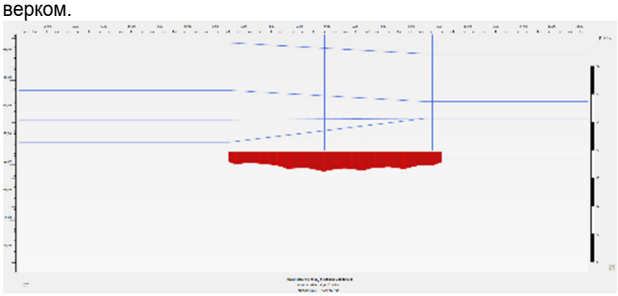


Рис. 6. Эпюры вертикальных деформаций грунта основания под острием свай.

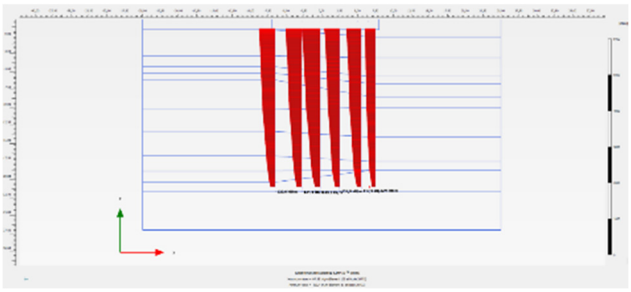


Рис. 7. Осевые усилия в сваях.

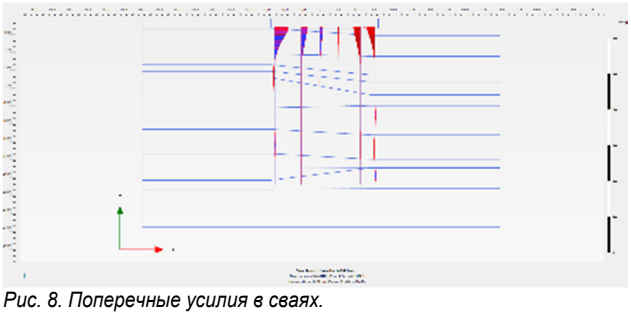


Рис. 8. Поперечные усилия в сваях.

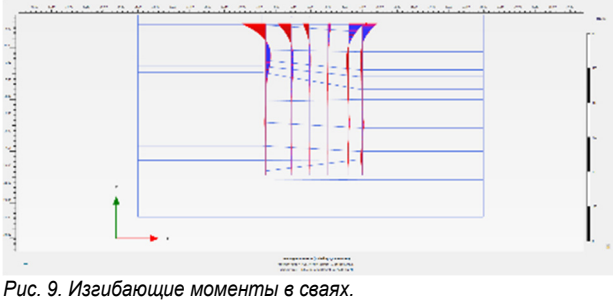


Рис. 9. Изгибающие моменты в сваях.

3. Снижение возможной неравномерности деформаций зданий на слабых грунтах за счет предлагаемых конструктивных и технологических решений

Одной из ключевых проблем при строительстве на слабых водонасыщенных грунтах является обеспечение равномерности осадок фундаментов, поскольку неравномерные деформации способны привести к появлению трещин в несущих конструкциях и снижению эксплуатационной надежности здания.

Предлагаемое в настоящем исследовании решение — применение свай вдавливания увеличенного сечения (500×500 мм) в сочетании с монолитным железобетонным ростверком (свайно-плитный фундамент) — позволяет существенно снизить риск неравномерных осадок. За счет повышенной несущей способности каждой сваи достигается сокращение общего количества свай в свайном поле, что уменьшает неоднородность сопротивления грунтов под разными участками здания. Кроме того, монолитная плита ростверка обеспечивает перераспределение нагрузок между элементами фундамента, выравнивая индивидуальные осадки отдельных свай.

Применяемая технология статического вдавливания исключает динамическое воздействие на окружающий грунт и позволяет осуществлять непрерывный контроль усилия погружения каждой сваи, что гарантирует достижение проектной несущей способности по всем элементам свайного поля. Совокупность предложенных конструктивных и технологических решений обеспечивает формирование равномерного осадочного процесса и минимизацию дифференциальных деформаций.

4. Сравнение расчетных значений осадки и данных геотехнического мониторинга

Одним из ключевых этапов обоснования надежности проектных решений является сопоставление прогнозных значений деформаций, полученных на стадии проектирования, с фактическими данными, зафиксированными в процессе строительства и эксплуатации здания. Геотехнический мониторинг осадок фундаментов позволяет не только оценить корректность принятых расчетных моделей, но и своевременно выявить отклонения проектных параметров от фактических, что особенно важно при строительстве на слабых водонасыщенных грунтах. В настоящем исследовании выполнено сравнение расчетных осадок, определенных методом послойного суммирования (СП 22.13330.2016) и численным моделированием в программном комплексе Plaxis, с данными натурных наблюдений за осадками свайных фундаментов.

Несмотря на некоторое расхождение между расчетными и фактическими значениями, все зафиксированные осадки не превышают предельно допустимого значения (10 см), установленного СП 22.13330.2016 для многоэтажных зданий данного типа. Фактическая осадка на момент завершения строительства составила 8,50 см, что на 4,7% ниже расчетной по СП и на 9,6% ниже прогноза, полученного в Plaxis.

Выявленные расхождения могут быть обусловлены следующими факторами:

1. Консерватизм нормативных методик: метод послойного суммирования, регламентированный СП 22.13330.2016, закладывает определенный запас надежности, что приводит к некоторому завышению прогнозных осадок.
2. Уплотнение грунтов при вдавливании свай: технология статического вдавливания сопровождается дополнительным уплотнением грунтов вокруг сваи и под ее острием, что влияет на изменение характеристик уплотненного грунта и повышает фактический модуль деформации по сравнению с табличными значениями, принятыми в расчете.
3. Погрешность моделей в Plaxis: при численном моделировании принятые упругопластические модели грунтов требуют калибровки параметров, которая не всегда может быть выполнена с высокой точностью.

Выводы

В результате выполненных исследований установлено, что для многоэтажных зданий, возводимых в условиях значительной толщи слабых грунтов (Приморский район Санкт-Петербурга), применение свай вдавливания сечением 500×500 мм производства компании «Вертикаль» является наиболее эффективным решением с точки зрения минимизации деформаций основания. Расчетная осадка для данного типоразмера составила 8,92 см, что на 31,3% меньше, чем для свай 350×350 мм (12,98 см), и на 18,0% меньше, чем для свай 400×400 мм (10,88 см).

Сравнение расчетных осадок подтвердило удовлетворительную сходимость результатов — отклонение не превысило нормативного значения при расчете по СП 22.13330.2016 и при численном моделировании в Plaxis. Выявленный резерв несущей способности грунтового основания позволяет рекомендовать сваи сечением 500×500 мм в качестве оптимального проектного решения для рассматриваемых инженерно-геологических условий.

Литература

1. Корнюшин П.С. Методы определения несущей способности свай: учебное пособие для вузов/ науч. Ред. А.Т.Беккер; Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: изд-во дальневост. федерал. ун-та, 2023. – 1 CD. [49 с.].
2. Далматов Б.И. Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. - Л.: Стройиздат, 1975 -240с.
3. Ильичев А.В., Мангушев Р.А. и др. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под общей ред. В.А, Ильичева и Р.А. Мангушева, - М.: Изд-во АСВ, 2023 – 1084с.
4. Мангушев Р.А. и др. Сваи и свайные фундаменты. Конструкции, проектирование и технологии. / Р.А. Мангушев, А.Л. Готман, В.В. Знаменский, А.Б. Пономарев. Под ред.чл.-корр.РААСН, д-ра техн.наук, профессора Р.А, Мангушева.- М.: Изд-во АСВ, 2015.-320с.
5. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. «Современные свайные технологии»- М.: Изд-во АСВ, 2010-240с.
6. Мангушев Р.А., Осокин А.И., Сотников С.Н. Геотехника Петербурга. Опыт строительства на слабых грунтах. - М.: Изд-во АСВ,2018.- 386с.
7. Мангушев Р.А., Осокин А.И., Усманов Р.А. Основания и фундаменты в условиях слабых грунтов Евразийских регионов. Геотехнические проблемы при устройстве оснований и фундаментов в сложных грунтовых условиях. – Saarbrucken: LAP LAMBERT/- 2014- 457с.
8. Нарбут Р.М. Работа свай в глинистых грунтах. - Л.:Стройиздат. – 1972-160с.
9. Смородинов М.И. и др. Свайные работы: справочник строителя. - М.: Стройиздат,1988 -224с.
10. Трофименков Ю.Г., Ободовский А.А. Свайные фундаменты для жилых и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, - 240 с.
11. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. –СПб.:Изд-во «Стройиздат Северо-Запад», гр.комп. «Георекнструкция», 2010-558с.

Calculation of deformations of multi-storey buildings on pile foundations in conditions of a large thickness of weak soils.

Degtereva E.E., Duryagin K.M., Kozyrev K.S.
Saint-Petersburg Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

JEL classification: L61, L74, R53

Predicting the deformations of the foundations of multi-storey buildings constructed in conditions of a significant thickness of weak soils is a complex geotechnical task, the solution of which largely determines the reliability and durability of a construction object. The paper presents a calculated prediction of the settlements of a 22-storey residential building designed on pile foundations in the Primorsky District of St. Petersburg. The calculations were performed using two approaches: analytical, in accordance with the requirements of SP 24.13330.2021 and SP 22.13330.2011 (performed manually), and numerical, using the Plaxis software package, which implements the finite element method. Comparing the results obtained using different methods allowed us to assess the convergence of the calculations and justify the parameters of the pile foundation that ensure the acceptable level of deformations. The study focuses on comparing traditional solutions (350×350 and 400×400 mm piles) with an innovative option: 500×500 mm driven piles.

Keywords: in conditions of a significant thickness of weak soils, 500x500 mm pressing piles.

References

1. Kornyushin P.S. Methods for Determining the Bearing Capacity of Piles: A Textbook for Universities / Scientific Editor A.T. Bekker; Polytechnic Institute of Far Eastern Federal University. – Vladivostok: Publishing House of Far Eastern Federal University, 2023. – 1 CD. [49 p.].
2. Dalmatov B.I., Lapshin F.K., Rossikhin Yu.V. Design of Pile Foundations in Weak Soils. Leningrad: Stroyizdat, 1975, 240 p.
3. Ilyichev A.V., Mangushev R.A., et al. Handbook of Geotechnics. Foundations, Фундаменты и подземные сооружения/ Под общей ред. B.A, Ilyicheva и R.A. Mangusheva, - M.: ASV Publishing House, 2023 – 1084p
4. Mangushev R.A. et al. Piles and pile foundations. Structures, Design and Technologies./R.A. Mangushev, A.L. Gotman, V.V. Znamensky, A.B. Ponomarev. Ed. by Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor R.A. Mangushev. Moscow: ASV Publishing House, 2015.-320p.
5. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. Modern Pile Technologies. Moscow: ASV Publishing House, 2010, 240 p.
6. Mangushev R.A., Osokin A.I., Sotnikov S.N. Geotechnics of St. Petersburg. Experience in construction on weak soils.- Moscow: ASV Publishing House, 2018.-386p.
7. Mangushev R.A., Osokin A.I., Usmanov R.A. Foundations and Substructures in Weak Soils of the Eurasian Regions. Geotechnical Problems in the Design of Foundations and Substructures in Difficult Soil Conditions. – Saarbrucken: LAP LAMBERT/- 2014- 457c.
8. Narbut R.M. Pile Work in Clay Soils. Leningrad: Stroyizdat, 1972, 160 p.
9. Smorodinov M.I. et al. Pile works: a builder's handbook.-M.: Stroyizdat,1988 -224p.
10. Trofimenkov Yu.G., Obodovsky A.A. Pile Foundations for Residential and Industrial Buildings. Moscow: Stroyizdat, 240 p.
11. Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotechnical support for urban development. –SPb.: Publishing house "Stroyizdat North-West", gr.comp. "Georeconstruction", 2010-558p.

Инновационный подход к геотехническим работам при многоэтажном строительстве

Дегтерева Елена Эдуардовна
студент группы 9-Сб(ПГС)-4, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), lenadegtereva261@mail.ru,

Дурягин Константин Максимович
студент группы 9-Сб(ПГС)-4, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), constantin.duryagin@yandex.ru,

Осокин Анатолий Иванович
д.т.н., доцент, Заслуженный строитель РФ, заведующий кафедрой геотехники, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ), geostroy-osokin@mail.ru

При возведении многоэтажных жилых зданий на слабых грунтах свайные фундаменты являются общепризнанным решением, обеспечивающим надежность и долговечность сооружений. В инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга, характеризующихся значительной мощностью слабых водонасыщенных отложений, затраты на устройство свайных оснований могут достигать 20% от общего бюджета строительства. Ключевыми критериями выбора технологии выступают технологичность и достаточная несущая способность свай, позволяющая реализовать проектные требования.
Поиск инновационных решений создает условия для создания интеллектуальной собственности, так как новые расчётные подходы, новые технологические и конструктивные решения обладают признаками патентной чистоты, что делает их объектами правовой охраны. Инженерные решения представляют собой результаты интеллектуальной деятельности, которые могут получить защиту в рамках законодательства об интеллектуальной собственности. В представленной статье выполнен анализ применимости различных типов свайных фундаментов для многоэтажного строительства на примере 22-этажного двухсекционного жилого дома, расположенного в Приморском районе Санкт-Петербурга. На основе сравнительной оценки технических и экономических параметров в качестве оптимального решения для рассматриваемого объекта обосновано инновационное техническое решение — применение свай вдавливания сечением 500×500 мм. Данный подход обеспечил требуемую надежность основания и позволил сократить продолжительность строительства на 36%.
Ключевые слова: многоэтажное строительство, слабые грунты, свайные фундаменты, инновационные инженерные решения, интеллектуальная собственность, сваи вдавливания, несущая способность, Приморский район Санкт-Петербурга, экономическая эффективность.

Введение

Современное строительство в Российской Федерации сталкивается с рядом системных вызовов, среди которых — исчерпание территорий с благоприятными инженерно-геологическими условиями, рост этажности и нагрузок от зданий, а также ужесточение требований к безопасности и энергоэффективности объектов капитального строительства. Традиционные технологические решения, зачастую унаследованные еще с советского периода, не позволяют эффективно решать возникающие задачи. Необходим поиск новых решений. В сложившихся условиях поиск инновационных решений создает предпосылки для создания интеллектуальной собственности, так как новые расчётные подходы, технологические и конструктивные решения, которые могут обладать признаками патентной чистоты, в последующем при определенных условиях становятся объектами правовой охраны. Инженерные решения представляют собой результаты интеллектуальной деятельности, которые могут получить защиту в рамках законодательства об интеллектуальной собственности.

Анализ практики показывает, что при строительстве на слабых грунтах стандартные подходы приводят к перерасходу материалов, увеличению сроков строительства, динамическому воздействию на окружающую застройку и, как следствие, значительному росту сметной стоимости. Именно поэтому строительная отрасль остро нуждается в новых инженерных решениях — технологиях, которые позволяют повысить несущую способность фундаментов при сокращении материалоемкости, минимизировать влияние на городскую среду и обеспечить прогнозируемую надежность на весь срок эксплуатации зданий.

1.Строительство в Российской Федерации: вызовы современности и совершенствование системы интеллектуальной собственности на основе технологических инноваций

Северо-Западный регион России, Санкт-Петербург и, в особенности, его Приморский район, являются одной из самых сложных территорий для фундаментостроения. К ключевым проблемным факторам относятся:

- значительная мощность слабых грунтов — намывные отложения, торфы, ленточные глины, залегающие на глубину до 15–20 метров и более;
- высокий уровень грунтовых вод (до 1–2 м от поверхности) и наличие напорных водоносных горизонтов;
- техногенно-измененный рельеф — исторические торфоразработки, отвалы строительного мусора, участки искусственного намыва грунтов со дна Финского залива;
- плотная городская застройка — необходимость производства работ в стесненных условиях вблизи существующих зданий.

Перечисленные факторы обусловливают высокие строительные риски, к которым можно отнести: неравномерны осадки, технологические сложности при погружении свай и повышенные требования к контролю качества работ. В этих условиях традиционные свайные решения часто демонстрируют недостаточную эффективность, что создает предпосылки для поиска и внедрения инновационных технологий.

2. Формирование инновационных подходов для создания интеллектуальной собственности на примере строительства на слабых грунтах

2.1 Анализ инженерно-геологических условий

Территория изысканий находится в границах Приморского административного района Санкт-Петербурга, в геоморфологической зоне Приморской низменности. Архивные материалы свидетельствуют о том, что до 1973 г. в границах участка осуществлялась добыча торфа. На современном этапе рельеф площадки отличается высокой степенью техногенной трансформации. Северный и центральный секторы, на которых запроектированы корпуса 3–5 и 7, сложены отвальными грунтами, перемешанными со строительными отходами; максимальные абсолютные отметки здесь достигают 10,7 м, в то время как фоновые значения прилегающих территорий составляют 4,4–4,8 м.

В геологическом разрезе в пределах разведанной глубины участвуют четвертичные образования разного генезиса: современные техногенные, морские и озерные отложения; верхнечетвертичные озерно-ледниковые комплексы осташковского горизонта (Балтийское ледниковое озеро); озерно-ледниковые и ледниковые отложения лужского стадиала;

среднечетвертичные озерно-ледниковые отложения московского стадиала; московская морена; флювиогляциальные отложения днепровского горизонта, а также подстилающие котлинские отложения.

Инновационной составляющей процесса инженерно-геологических исследований является получение дополнительных характеристик грунта для выполнения нелинейных расчетов с использованием программных комплексов и соответственно методики получения данных характеристик с использованием современного лабораторного оборудования. Данное направление включает такие объекты интеллектуальной собственности, как инструментарий, приборное обеспечение, методики испытания грунтов, отбора образцов грунта, расчетные показатели определения свойств грунта.

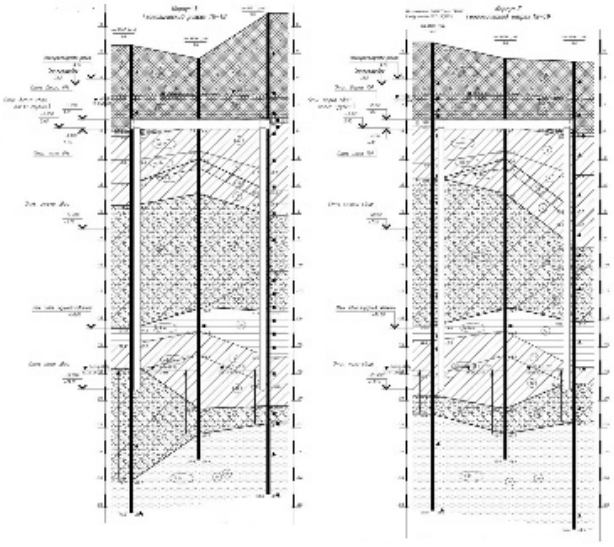


Рис. 1. Геологические разрезы скважин.

2.2. Анализ традиционных решений и обоснование инновационных подходов

В практике отечественного фундаментостроения при возведении многоэтажных зданий на слабых грунтах наиболее распространены сваи вдавливания квадратного сечения 350×350 и 400×400 мм. Технология статического вдавливания обладает рядом преимуществ: отсутствие динамического воздействия на окружающую застройку, возможность непрерывного контроля усилия и низкий уровень шума.

Однако применение классических типоразмеров в условиях слабых водонасыщенных грунтов сопряжено с существенными ограничениями. Несущая способность таких свай лимитируется сопротивлением по боковой поверхности, поскольку прочные грунты залегают на значительной глубине. Это требует увеличения количества свай, что приводит к загущению свайного поля, взаимному влиянию свай и дополнительным деформациям основания.

Анализ традиционных решений выявил следующие недостатки:

- низкая несущая способность одной сваи, требующая увеличения их количества;
- необходимость частого расположения свай с учетом их взаимного влияния;
- технологические сложности при погружении на значительную глубину.

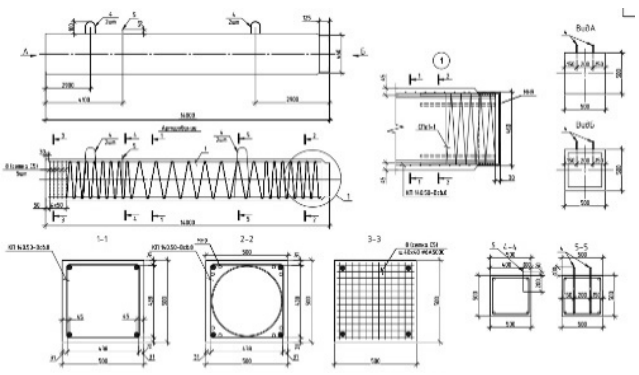


Рис. 2. Инновационное решение - Свая С140.50-ВСв.8 (ООО «Вертикаль»)

Указанные ограничения обусловливают необходимость поиска альтернативных решений. В качестве такого решения в настоящем исследовании рассматриваются сваи вдавливания увеличенного сечения 500×500 мм производства ООО «Вертикаль» (рисунок 2). Их применение позволяет перейти от количественного наращивания элементов свайного поля к качественному повышению несущей способности каждой опоры, обеспечивая рациональное расположение свай под многоэтажными жилыми домами со значительным экономическим эффектом.

2.3. Исследование факторов, влияющих на формирование несущей способности свай в слабых грунтах

Формирование несущей способности свай в слабых грунтах определяется совокупностью взаимосвязанных факторов, среди которых ключевое значение имеют инженерно-геологические условия площадки, параметры самой сваи (сечение, длина, материал) и технология ее погружения. В условиях слабых водонасыщенных грунтов, характерных для Приморского района, сопротивляемость грунта под острием и по боковой поверхности развивается неравномерно и зависит от глубины залегания прочных слоев, а также степени уплотнения грунта в процессе погружения.

Существенное влияние на формирование несущей способности оказывает выбранная технология устройства свай. Метод статического вдавливания позволяет избежать динамических воздействий, что исключает активизацию тиксотропных процессов в водонасыщенных пылевато-глинистых разностях, а также сопровождается уплотнением грунта под острием вокруг сваи. Уплотнение грунтового массива вокруг сваи положительно влияет на несущую способность свай в грунте, повышает сопротивление по острию и боковой поверхности.

Важным фактором является также геометрическая характеристика сваи — площадь поперечного сечения. Увеличение сечения позволяет вовлечь в работу больший объем грунта по боковой поверхности, что особенно значимо при прохождении слабых слоев. В связи с этим применение свай увеличенного сечения 500×500 мм рассматривается как эффективное решение, позволяющее повысить несущую способность одной сваи и сократить их общее количество в фундаменте.

Таблица 1
Расчет несущей способности

Размеры	Несущая способность по грунту на вдавливающие нагрузки, тс	Несущая способность по грунту на выдергивающие нагрузки, тс	Несущая способность по материалу, тс
Квадратное сечение 350×350	293-447	113-120	207
Квадратное сечение 500×500	511-820	161-171	392

Таким образом, рациональное проектирование свайных фундаментов в слабых грунтах требует комплексного учета инженерно-геологических условий, технологических особенностей погружения и геометрических параметров свай, что позволяет реализовать потенциальные резервы несущей способности основания и обеспечить надежность многоэтажных зданий.

Выводы

Инновационные решения в строительстве представляют собой базис для создания объектов интеллектуальной собственности. К объектам интеллектуальной собственности относятся новые и усовершенствованные технологии, материалы и изделия, архитектурные и объемно-планировочные решения, расчетные методики, методы организации строительства, которые могут быть защищены правовыми нормами с созданием полезных моделей, патентов.

В результате проведенного исследования, включавшего анализ инженерно-геологических условий, расчет несущей способности и деформативности различных типов свайных фундаментов, а также технико-экономическое сопоставление рассматриваемых вариантов, установлено, что применение свай вдавливания сечением 500×500 мм производства компании «Вертикаль» является инновационным и наиболее эффективным решением для многоэтажного строительства на слабых грунтах в условиях Приморского района Санкт-Петербурга.

Данный типоразмер свай обеспечивает максимальную несущую способность, минимальную расчетную осадку (8,92 см) и наилучшие технико-экономические показатели по сравнению с традиционными решениями (сваи 350×350 и 400×400 мм). Применение инновационной технологии позволило сократить сроки строительства на 36% и обеспечить требуемую надежность основания.

Таким образом, сваи вдавливания сечением 500×500 мм могут быть рекомендованы в качестве оптимального проектного решения для многоэтажных зданий, возводимых на территориях со значительной мощностью слабых водонасыщенных грунтов.

Литература

1.Гайдо А.Н. Цели и задачи исследований технологических решений устройства фундаментов многоэтажных зданий и сооружений// Вестник гражданских инженеров. – 2013 -№2013/2 – С.117-124

2. Корнюшин П.С. Методы определения несущей способности свай: учебное пособие для вузов/ науч. Ред. А.Т.Беккер; Политехнический институт ДВФУ. – Владивосток: изд-во дальневост. федерал. ун-та, 2023. – 1 CD. [49 с.].

3.Далматов Б.И. Лапшин Ф.К., Россихин Ю.В. Проектирование свайных фундаментов в условиях слабых грунтов. - Л.: Стройиздат, 1975 -240с.

4.Захаров М.С. Статическое зондирование в инженерных изысканиях: Учеб. Пособие.- СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2007 – 72с.

5.Ильичев А.В., Мангушев Р.А. и др. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под общей ред. В.А, Ильичева и Р.А. Мангушева, - М.: Изд-во АСВ, 2023 – 1084с.

6. Мангушев Р.А. Предпроектная оценка экономичности фундаментов в различных инженерно-геологических условиях жилых кварталов новой застройки. – СПб.: ИЗд-во ЛДНТП, 1992 – 40с.

7. Мангушев Р.А., Ершов А.В., Осокин А.И. «Современные свайные технологии»- М.: Изд-во АСВ, 2010-240с.

8. Мангушев Р.А., Осокин А.И., Сотников С.Н. Геотехника Петербурга. Опыт строительства на слабых грунтах. - М.: Изд-во АСВ,2018.-386с.

9. Мангушев Р.А., Осокин А.И., Усманов Р.А. Основания и фундаменты в условиях слабых грунтов Евразийских регионов. Геотехнические проблемы при устройстве оснований и фундаментов в сложных грунтовых условиях. – Saarbrucken: LAP LAMBERT/- 2014- 457с.

10. Нарбут Р.М. Работа свай в глинистых грунтах. - Л.:Стройиздат. – 1972-160с.

11. Смородинов М.И. и др. Свайные работы: справочник строителя. -М.: Стройиздат,1988 -224с.

12. Трофименков Ю.Г., Ободовский А.А. Свайные фундаменты для жилых и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, - 240 с.

13. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Геотехническое сопровождение развития городов. –СПб.:Изд-во «Стройиздат Северо-Запад», гр.комп. «Георекнструкция», 2010-558с.

An innovative approach to geotechnical solutions in high-rise construction as a basis for creating intellectual property

Degtereva E.E., Duryagin K.M., Osokin A.I.

Saint-Petersburg Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)

JEL classification: L61, L74, R53

When constructing multi-storey residential buildings on weak soils, pile foundations are a well-established solution that ensures the reliability and durability of structures. In the engineering and geological conditions of St. Petersburg, characterized by significant thickness of weak water-saturated sediments, the cost of pile foundations can reach up to 20% of the total construction budget. The key criteria for selecting the technology are its adaptability and sufficient load-bearing capacity of the piles to meet the design requirements.

The search for innovative solutions creates conditions for the creation of intellectual property, as new calculation approaches and new technological and design solutions have the characteristics of patent purity, which makes them objects of legal protection. Engineering solutions are the results of intellectual activity that can be protected under intellectual property legislation. This article analyzes the applicability of various types of pile foundations for high-rise construction using the example of a 22-storey two-section residential building located in the Primorsky District of St. Petersburg. Based on a comparative assessment of technical and economic parameters, an innovative technical solution was substantiated as the optimal solution for the object under consideration: the use of 500×500 mm driven piles. This approach ensured the required foundation reliability and reduced the construction time by 36%.

Keywords: multi-storey construction, weak soils, pile foundations, innovative engineering solutions, intellectual property, driven piles, bearing capacity, Primorsky District of Saint Petersburg, economic efficiency.

References

1.Gaido A.N. Goals and objectives of research on technological solutions for the foundation of multi-storey buildings and structures// Bulletin of Civil Engineers. – 2013 -No. 2013/2 – P.117-124

2. Kornyushin P.S. Methods for Determining the Bearing Capacity of Piles: A Textbook for Universities / Scientific Editor A.T. Bekker; Polytechnic Institute of Far Eastern Federal University. – Vladivostok: Publishing House of Far Eastern Federal University, 2023. – 1 CD. [49 p.].

3.Dalmatov B.I., Lapshin F.K., Rossikhin Yu.V. Design of Pile Foundations in Weak Soils. Leningrad: Stroyizdat, 1975, 240 p.

4. Zakharov M.S. Static Penetration Tests in Engineering Surveys: Textbook. Manual.- SPb.: Publishing House of SPbGASU, 2007 – 72p.

5.Ilyichev A.V., Mangushev R.A., et al. Handbook of Geotechnics. Foundations, Фундаменты и подземные сооружения/ Под общей ред. B.A, Ilyicheva и R.A. Mangusheva, - M.: ASV Publishing House, 2023 – 1084p

6. Mangushev R.A. Pre-project assessment of the cost-effectiveness of foundations in various engineering and geological conditions of residential areas of new construction. – St. Petersburg: LHSTP Publishing House, 1992 – 40p

7. Mangushev R.A., Ershov A.V., Osokin A.I. Modern Pile Technologies. Moscow: ASV Publishing House, 2010, 240 p.

8. Mangushev R.A., Osokin A.I., Sotnikov S.N. Geotechnics of St. Petersburg. Experience in construction on weak soils.- Moscow: ASV Publishing House, 2018.-386p.

9. Mangushev R.A., Osokin A.I., Usmanov R.A. Foundations and Substructures in Weak Soils of the Eurasian Regions. Geotechnical Problems in the Design of Foundations and Substructures in Difficult Soil Conditions. – Saarbrucken: LAP LAMBERT/- 2014- 457c.

10. Narbut R.M. Pile Work in Clay Soils. Leningrad: Stroyizdat, 1972, 160 p.

11. Smorodinov M.I. et al. Pile works: a builder's handbook.-M.: Stroyizdat,1988 -224p.

12. Trofimenkov Yu.G., Obodovsky A.A. Pile Foundations for Residential and Industrial Buildings. Moscow: Stroyizdat, 240 p.

13. Ulitsky V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotechnical support for urban development. –SPb.: Publishing house "Stroyizdat North-West", gr.comp. "Georeconstruction", 2010-558p.

Аварийный жилищный фонд в России: динамика, причины и эффективность программ расселения

Доможилов Виктор Юрьевич
старший преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, DomozhilovVU@mgsu.ru,

Мухтаров Джошкун Шахин оглы
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет mukhtarov40@mail.ru,

Васиков Павел Владимирович
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, vpv1722@gmail.com,

Никулица Станислав Олегович
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, stanislav060603@mail.ru,

Семенова Александра Антоновна
студент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, alsfinch.25@mail.ru

Статья посвящена исследованию современного состояния аварийного жилищного фонда в России, причин его формирования и результативности действующих программ расселения. Рассматриваются правовые основания признания многоквартирных домов аварийными, статистическая динамика объема непригодного для проживания жилья, а также институциональные ограничения, влияющие на устойчивость сокращения такого фонда. Особое внимание уделено различию между валовыми результатами переселения граждан и фактическим изменением совокупного объема аварийного жилья в стране. В статье предложен подход к интерпретации эффективности программ расселения, основанный на сопоставлении масштабов выбытия аварийного фонда, темпов его последующего пополнения и различий в правовом режиме обеспечения жилищных прав собственников и нанимателей. Практический результат работы связан с обоснованием приоритетности расселения по степени угрозы безопасности проживания, техническому состоянию несущих конструкций и возможностям территориального замещения выбывающего жилищного фонда.
Ключевые слова: аварийный жилищный фонд, расселение, жилищная политика, многоквартирный дом, физический износ, непригодность для проживания, жилищное законодательство, безопасность проживания, реновация.

Проблема аварийного жилищного фонда в Российской Федерации сохраняет устойчивую социальную и хозяйственную значимость, поскольку непосредственно связана с безопасностью проживания, устойчивостью городской среды и бюджетной обеспеченностью публичных обязательств. Ее актуальность обусловлена тем, что аварийное жилье концентрирует последствия длительного физического износа зданий, несвоевременного капитального ремонта и пространственной неравномерности воспроизводства жилищного фонда. Правовое регулирование данной сферы опирается на Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ [1], Постановление Правительства Российской Федерации от 28.01.2006 № 47 «Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания, многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции, садового дома жилым домом и жилого дома садовым домом» в действующей редакции [2], а организационно-финансовая основа программной поддержки переселения граждан сформирована Федеральным законом от 21.07.2007 № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» [3]. Цель статьи состоит в оценке динамики аварийного жилищного фонда в России, выявлении причин его воспроизводства и определении условий, при которых программы расселения обеспечивают не только масштабное переселение граждан, но и устойчивое сокращение накопленного объема непригодного жилья.

Аварийный жилищный фонд в российской правоприменительной практике представляет собой не произвольную совокупность домов высокой степени износа, а специальную категорию объектов, статус которых устанавливается в административном порядке по результатам обследования и рассмотрения материалов межведомственной комиссией. Это означает, что разграничение ветхого и аварийного состояния имеет одновременно техническое и юридическое содержание. При признании многоквартирного дома аварийным учитываются состояние несущих конструкций, основания, деформационные процессы, санитарно-гигиенические характеристики и наличие угрозы жизни и здоровью граждан. Следовательно, аварийность выступает итогом совокупного действия строительных дефектов, эксплуатационных нарушений и процедурного механизма их официальной квалификации.

Статистическая динамика подтверждает сохранение системного характера проблемы. По данным Росстата, площадь аварийного жилищного фонда в Российской Федерации на конец 2022 года составляла 20,9 млн кв. м, на конец 2023 года достигла 22,5 млн кв. м, а на конец 2024 года увеличилась до 22,8 млн кв. м; удельный вес аварийного жилья в общем объеме жилищного фонда в 2024 году составил 0,5% [4]. Одновременно официальные материалы Фонда развития территорий показывают, что федеральный проект предусматривает расселение 9,97 млн кв. м аварийного жилья и улучшение жилищных условий 560,83 тыс. граждан из домов, признанных аварийными до 1 января 2017 года [5]. Сопоставление этих данных позволяет заключить, что высокие валовые показатели переселения не устраняют автоматически проблему накопления нового аварийного фонда, поскольку статистический контур продолжает пополняться объектами, признанными непригодными для проживания в последующие периоды.

К числу основных причин формирования аварийного жилищного фонда относятся длительная эксплуатация зданий сверх периода их эффективной службы, несвоевременное проведение капитального ремонта, физический износ несущих и ограждающих конструкций, а также воздействие неблагоприятных инженерно-геологических и климатических условий. На техническом уровне критическое значение приобретают деформации оснований, увлажнение материалов, коррозионное разрушение элементов, снижение пространственной жесткости и потеря эксплуатационной надежности конструктивной системы. Вместе с тем инженерными причинами данное явление не исчерпывается. Существенную роль играют ограниченность инвестиционных ресурсов, неравномерность регионального жилищного строительства и слабая согласованность между программами расселения, капитального ремонта и территориального развития.

Оценка эффективности программ расселения требует более строгого аналитического подхода, чем простое фиксирование числа переселенных граждан. Содержательное значение имеет сопоставление объема ликвидированного аварийного фонда, масштаба его нового формирования и фактической обеспеченности граждан замещающим жильем либо

возмещением. В научной и экспертной литературе специально отмечается, что в зависимости от источника и методики учета общий объем аварийного жилищного фонда может фиксироваться по-разному: по данным Минстроя России на начало 2024 года он оценивался в 35,8 млн кв. м, тогда как в статистике Фонда развития территорий и Росстата фигурировал показатель 22,8 млн кв. м [6]. Такое расхождение не отменяет саму негативную тенденцию, но требует осторожности при интерпретации результатов программного расселения и при сопоставлении официальных оценок разных ведомственных контуров учета.

Существенное влияние на практику расселения оказывает различие правового режима обеспечения жилищных прав собственников и нанимателей. Для нанимателей жилых помещений по договорам социального найма законодательство предусматривает предоставление другого благоустроенного жилого помещения, отвечающего установленным требованиям и находящегося, как правило, в границах соответствующего населенного пункта, тогда как для собственников применяется механизм изъятия жилого помещения с выплатой возмещения либо предоставлением иного жилого помещения по соглашению сторон. Это различие влияет не только на юридическую форму переселения, но и на сроки отселения, бюджетную конфигурацию программы и степень достижимости фактической жилищной эквивалентности, особенно в территориях с дефицитом нового предложения и высокой строительной себестоимостью. В таблице 1 представлено сопоставление статистической динамики аварийного жилищного фонда в России.

Таблица 1

Динамика аварийного жилищного фонда в России в 2022–2024 гг.

Год	Площадь аварийного жил. фонда, млн кв. м	Изм. к предыдущему году, млн кв. м	Удельный вес в общем объеме жил. фонда, %
2022	20,9	—	0,5
2023	22,5	1,6	0,5
2024	22,8	0,3	0,5

Источник: составлено автором на основе статистического сборника Росстата «Жилищное хозяйство в России. 2025».

Практика реализации программ переселения показывает, что наибольший эффект достигается при увязке отселения аварийных домов с развитием застроенных территорий, подготовкой площадок под новое жилищное строительство и модернизацией коммунальной инфраструктуры. При отсутствии такой координации расселение приобретает локальный характер и не всегда ведет к устранению пространственных и инфраструктурных диспропорций. В научных исследованиях подчеркивается, что состояние жилищного фонда необходимо рассматривать в связи с инфраструктурными ограничениями, качеством коммунального обеспечения и спецификой региональной застройки, поскольку именно эти факторы во многом определяют пределы эффективности программ обновления жилья [7]. Следовательно, инженерная диагностика и программное расселение должны рассматриваться не изолированно, а как взаимосвязанные элементы единой жилищной политики.

Сохраняющиеся ограничения в сфере расселения носят правовой, организационный и финансовый характер. Для части субъектов Российской Федерации существенной проблемой остается несоответствие между масштабом нового признания домов аварийными и ресурсными возможностями бюджетов, а также недостаточная обеспеченность земельными и строительными ресурсами. Одновременно на федеральном уровне обсуждаются новые подходы к расселению, предполагающие более гибкое использование денежного возмещения, найма жилых помещений и иных механизмов жилищного обеспечения, что должно сократить сроки реализации программ и адаптировать их к различиям региональных условий [8]. Вместе с тем эффективность подобных решений будет зависеть от точности критериев сопоставимости жилищных условий и от способности публичной власти учитывать специфику локальных рынков жилья.

Проведенное рассмотрение позволяет заключить, что аварийный жилищный фонд в России остается воспроизводящейся категорией, формируемой под влиянием технического износа, ограниченной результативности ремонтного цикла и территориальной неравномерности жилищного развития. Действующие программы переселения обеспечили значительный масштаб отселения граждан и сокращение существенной части ранее накопленного аварийного фонда, однако проблема не исчерпывается достигнутыми валовыми показателями. Ее решение требует сочетания отселения уже признанных аварийными домов с предупреждением перехода жилых зданий в критическое техническое состояние.

Для повышения результативности отраслевой политики представляется необходимым внедрение риск-ориентированной очередности расселения с учетом степени повреждения несущих конструкций и фактической угрозы безопасности проживания. Требуется также выработка единых региональных подходов к оценке достаточности денежного возмещения в сопоставлении со стоимостью замещающего жилья в пределах одного населенного пункта. Дополнительно целесообразно усилить связь программ расселения с капитальным ремонтом домов предаварийного состояния, а также с мероприятиями по территориальному развитию и инженерной подготовке площадок. Реализация указанных мер позволит не только ускорить отселение граждан из опасных зданий, но и сократить темпы последующего накопления аварийного жилищного фонда.

Литература

10. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 188-ФЗ. – М., 2005.
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 28.01.2006 № 47 «Об утверждении Положения о признании помещения жилым помещением, жилого помещения непригодным для проживания, многоквартирного дома аварийным и подлежащим сносу или реконструкции, садового дома жилым домом и жилого дома садовым домом». – М., 2006.
12. Федеральный закон от 21.07.2007 № 185-ФЗ «О Фонде содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства». – М., 2007.
13. Жилищное хозяйство в России. 2025: стат. сб. / Росстат. – М., 2025.
14. Переселение из аварийного жилья [Электронный ресурс] / Фонд развития территорий. – URL: https://xn--p1aee.xn--p1ai/napravleniya/pereselenie/ (дата обращения: 15.04.2026).
15. Генцлер И.В. Состояние жилищного фонда Российской Федерации. – М.: Фонд «Институт экономики города», 2024. – 52 с.
16. Терешкина Н.Е., Халтурина О.А. Жилищный фонд России: состояние и инфраструктурные проблемы // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2025. – № 4-1. – С. 191–195.
17. Новые подходы расселения аварийного жилья находятся на этапе общественных обсуждений [Электронный ресурс]. – URL: https://minstroyrf.gov.ru/press/novye-podkhody-rasseleniya-avariynogo-zhilya-nakhodyatsya-na-etape-obshchestvennykh-obsuzhdeniy/

Emergency housing stock in Russia: dynamics, causes, and effectiveness of resettlement programs

Domozhilov V.Yu., Mukhtarov D.Sh., Vasikov P.V., Nikulitsa S.O., Semenova A.A.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the current state of Russia's emergency housing stock, the causes behind its formation, and the effectiveness of existing resettlement programs. It considers the legal grounds for classifying apartment buildings as emergency housing, the statistical dynamics of housing deemed unfit for habitation, and the institutional constraints affecting the sustainability of reducing this stock. Particular attention is paid to the distinction between the gross results of citizen resettlement and the actual change in the total volume of emergency housing across the country. The article proposes an approach to interpreting the effectiveness of resettlement programs based on comparing the scale of emergency housing withdrawal, the pace of its subsequent replenishment, and differences in the legal framework governing the housing rights of owners and tenants. The practical outcome of the study lies in substantiating the prioritization of resettlement according to the degree of threat to residential safety, the technical condition of load-bearing structures, and the possibilities for territorial replacement of withdrawn housing.

Keywords: emergency housing stock, resettlement, housing policy, apartment building, physical deterioration, unfit for habitation, housing legislation, residential safety, renovation.

References

6. Housing Code of the Russian Federation No. 188-FZ of December 29, 2004. Moscow, 2005.
7. Resolution of the Government of the Russian Federation No. 47 of January 28, 2006, "On Approval of the Regulation on the Recognition of Premises as Residential Premises, Residential Premises as Unfit for Habitation, an Apartment Building as Unsafe and Subject to Demolition or Reconstruction, a Garden House as a Residential House, and a Residential House as a Garden House." Moscow, 2006.
8. Federal Law No. 185-FZ of July 21, 2007, "On the Fund for Assistance to Reforming the Housing and Utilities Sector." Moscow, 2007.
9. Rosstat. Housing in Russia. 2025: Statistical Handbook. Moscow, 2025.
10. Territorial Development Fund. Resettlement from Unsafe Housing. Available at: https://xn--p1aee.xn--p1ai/napravleniya/pereselenie/ (accessed April 15, 2026).
11. Gentsler, I.V. The State of the Housing Stock of the Russian Federation. Moscow: Institute for Urban Economics Foundation, 2024.
12. Tereshkina, N.E., and O.A. Khalturina. "Housing Stock of Russia: Current Condition and Infrastructure Problems." Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava, no. 4-1, 2025, pp. 191–195.
13. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. New Approaches to Unsafe Housing Resettlement Are under Public Discussion. Available at: https://minstroyrf.gov.ru/press/novye-podkhody-rasseleniya-avariynogo-zhilya-nakhodyatsya-na-etape-obshchestvennykh-obsuzhdeniy/ (accessed April 16, 2026).

Световоды в архитектуре современных жилых комплексов: анализ решений и перспективы применения

Дорожкина Екатерина Александровна
ст. преп. кафедры Архитектурно-строительного проектирования и физики среды, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, dor-ea@yandex.ru

Статья посвящена анализу применения полых трубчатых световодов естественного света в современных жилых комплексах в условиях уплотнения застройки и повышения этажности, приводящих к появлению помещений без традиционных светопроемов. Рассмотрены конструктивные особенности световодов, включая светоприемную, светопроводящую и светорассеивающую подсистемы, а также их влияние на эффективность работы устройств. Приведён обзор нормативной базы. Проанализирован опыт использования световодов в архитектуре жилых комплексов. Выявлены преимущества и недостатки использования световодов в сравнении с традиционными системами естественного освещения. Определены перспективные направления развития для использования трубчатых световодов в жилой архитектуре.
Ключевые слова: трубчатые световоды естественного света, полые световоды, естественное освещение, архитектурно-планировочные решения, энергоэффективность, «зелёные» стандарты, гибридные системы освещения.

Введение

Тренд на уплотнение жилой застройки и одновременное повышение средней этажности на фоне значительного усложнения объемно-пространственных решений современных жилых комплексов, влечет за собой образование помещений, лишенных естественного освещения через традиционные светопроемы [1]. При этом, как российские, так и международные строительные нормы предъявляют требования к естественному освещению помещений с постоянным пребыванием людей. В связи с чем, возникает необходимость поиска альтернативных технологических решений.

Одним из перспективных решений является применение полых трубчатых световодов естественного света, которые позволяют передавать естественный свет с кровли, стен зданий и прилегающей территории в помещения, расположенные на этажах и в подземных пространствах [2, 3]. В отличии от традиционных зенитных фонарей, световоды снижают теплопотери, не требуют устройства световых колодцев и могут быть интегрированы в существующие конструкции без радикального изменения архитектурного облика здания.

Целью настоящей работы является комплексный анализ технологических, нормативных и архитектурно-планировочных аспектов применения световодов в современных жилых комплексах с опорой на российский и международный опыт.

Основная часть

Световодом называется инновационное устройство, которое собирает рассеянный свет неба и по зеркальным шахтам и передает его в помещения, удаленные от наружных стен. Конструктивно световод состоит из трёх подсистем: светоприемной, светопроводящей и светорассеивающей, каждая из которых оказывает влияние на эффективность работы световода [4, 5].

Светоприемная подсистема представляет собой купол, выполненный из атмосферостойкого акрила с коэффициентом светопропускания 89 – 92 %. Дополнительно современные решения купола световода оснащаются призматическими элементами или линзами Френеля, которые позволяют более эффективно улавливать световые лучи при малой высоте Солнца над горизонтом. Помимо прочего, купол должен обладать высокой ударной прочностью и устойчивостью к УФ-излучению. Купол монтируется на опорный фланец с гидроизоляционным фартуком, адаптированным к различным типам кровельных покрытий.

Светопроводящая подсистема представляет собой жесткую или гибкую трубу, внутренняя поверхность которой покрыта многослойной пленкой на основе серебра с коэффициентом отражения до 98 – 99 % в видимом диапазоне спектра. Применение спектрально-селективных покрытий позволяет отсекать инфракрасную и ультрафиолетовую составляющие солнечного излучения, предотвращая перегрев помещений и выцветание отделочных материалов. Жёсткие трубы с гладкой внутренней поверхностью обеспечивают минимальные потери света на изгибах и рекомендуются для прямых трасс. При том, как гибкие гофрированные световоды применяются при необходимости обхода строительных конструкций, однако каждый изгиб снижает эффективность системы на 10 – 40 %.

Светорассеивающая подсистема представляет собой диффузор – рассеиватель матового или призматического типа с коэффициентом светопропускания 80 – 92 %, обеспечивающий равномерное распределение светового потока по помещению.

Схема конструктивного решения трубчатого световода естественного света, составленная по материалам [6], приведена на рисунке 1.

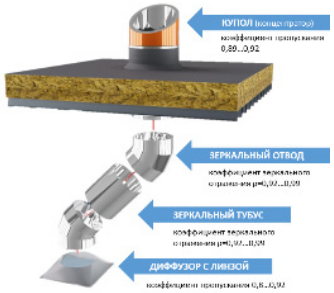


Рис. 1. Схема конструктивного решения трубчатого световода естественного освещения

Применение световодов, как альтернативной системы естественного освещения, в частности в жилищном строительстве, регулируется строительными нормами. На международном уровне применение световодов в строительстве регламентирует CIE 173:2012 «Tubular Daylight Guidance Systems», разработанный Международной комиссией по освещению (CIE). В нем приведена классификация полых трубчатых световодов, а также методы оценки их фотометрических характеристик. Одновременно существуют локальные нормативы, в частности EN 17037:2018 «Daylight in Buildings», действующий на территории Евросоюза, FEMA P-361 «Safe Rooms for Tornadoes and Hurricanes: Guidance for Community and Residential Safe Rooms» (США).

Международный опыт включает также многочисленные внедрения систем Solatube в жилых домах Великобритании, где компанией Monodraught Ltd реализовано более 745 установок комбинированных систем Sola-Vent, объединяющих функции освещения и вентиляции, что особенно актуально для цокольных и подвальных этажей [7]. Так, например, Caroline Heights Apartments (США), является примером адаптации исторического здания монастыря XIX века под современный жилой комплекс. Для адаптации проекта под современные требования, использовались световоды Solatube. Проект The Atherton (Параньяке, Филиппины) является примером использования системы световодов в массовом сегменте жилой недвижимости.

В России световоды впервые были упомянуты в качестве допустимого источника верхнего света лишь в системе комбинированного освещения в СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (актуализированная редакция СНиП 23-05-95*). В настоящее время использование и методика расчета светотехнических параметров световодов отражены в ГОСТ Р 72168-2025 «Трубчатые световоды естественного света. Методика расчёта».

С архитектурной точки зрения, альтернативные системы естественного освещения предоставляют проектировщикам принципиально новые возможности организации внутреннего пространства. Так для освещения подземных уровней архитекторы зачастую обращаются к устройству световых колодцев. Такое решение было реализовано в ЖК «Символ» и МФК «Мангазея на Тульской».

Использование световодов позволяет архитектору по-новому взглянуть на планировку помещений [8, 9]. Однако, опыт их применения в России, особенно в части жилищного строительства, не настолько обширен. Один из наиболее ярких примеров внедрения световодов в жилую недвижимость – жилой комплекс Capital Towers (Москва, Россия). Проект реализован в 2023 году и включает 243 тыс. м² жилых и коммерческих площадей, расположенных в жилых башнях (67-70 этажей) «River Tower», «City Tower» и «Park Tower», а также 5-ти уровневый подземный паркинг.

Рис. 2. ЖК Capital towers. Общий вид [10]

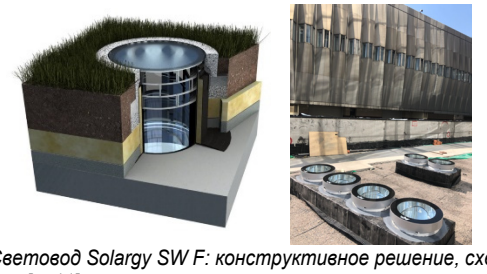


Рис. 3. Световод Solargy SW F: конструктивное решение, схема установки [5, 11]

В связи со сложной объемно-пространственной организацией комплекса выявилась проблема обеспечения естественным освещением внутренних технических и общественных зон, не имеющих выхода на фасад. Для решения этой задачи были применены системы естественного освещения SOLARGY. Было установлено 12 световодов модели Solargy SW F. Световод позволяет освещать помещения при высоте не менее 5 м. Уникальность проекта состоит в организованной системе отводов, необходимость устройства которой также определена сложной геометрией объекта [11].

Световоды по сравнению с традиционными системами естественного освещения обладают рядом преимуществ. Применение световодов в жилых зданиях позволяет оптимизировать потребление электроэнергии повышая их экологичность [12, 13]. В контексте этого применение световодов может рассматриваться в рамках реализации требований «зеленых» стандартов, где естественное освещение является одним из ключевых критериев оценки экологичности здания. В [14] подтверждается эффективность использования систем световодов с позиции обеспечения нормативных значений естественной освещенности при различных условиях солнечной активности.

Одновременно с этим, отмечаются преимущества трубчатых световодов, в частности в сравнении с зенитными фонарями по эксплуатационным характеристикам. В [15] проведен сравнительный анализ эксплуатационных характеристик по таким параметрам как вероятность протечек, монтаж, эксплуатация, обслуживание. В результате анализа выявлено что, замена зенитных фонарей на трубчатые полые световоды обеспечивает экономию на стадии строительства в размере 30 – 50% как по финансовым, так и временным затратам. Также снижаются сопутствующие затраты на кондиционирование, отопление и обслуживание системы, что обеспечивается повышением герметичности конструкции, отсутствием мостиков холода и инфильтрации влаги.

Одновременно с отмеченными преимуществами, технология трубчатых световодов имеет ограничения. Эффективность работы световодов зависит от их геометрических параметров. Так увеличение длины трубы световода на 1 м уменьшает освещённость помещения до 20%. В то время как усложнение конфигурации световода, в частности использование угловых адаптеров снижает их светопропускание на 10–40%.

Особенности светового климата территорий России также приводят к снижению годовой эффективности световодов. В виду этого актуальность приобретают гибридные системы, объединяющие световод с интегрированным светодиодным источником [1].

Еще одним ограничением становится уплотнение высотной застройки, характерное для современных жилых комплексов. В таких условиях применение классических световодов с вертикальными шахтами становится проблематичным из-за ограниченной высоты этажа, что делает их неприменимыми в большинстве высотных жилых зданий [16]. В качестве альтернативы может рассматриваться использование оптоволоконных технологий.

Таким образом, в контексте внедрения полых трубчатых световодов в архитектуру жилых комплексов можно выделить следующие перспективные направления развития:

- разработка световодов с изменяемой геометрией для адаптации к сложным планировочным решениям высотных жилых комплексов.
- использование комбинированных систем, позволяющих совместить световод с системой вентиляции, что крайне актуально для применения в подземных паркингах и технических этажах
- интеграция световода с автоматизированными системами управления освещением, что позволит плавно регулировать световой поток в зависимости от времени суток и облачности.

Выводы

Трубчатые световоды естественного света представляют собой технологически зрелое, экономически оправданное и архитектурно выразительное решение для обеспечения естественного освещения помещений, лишённых традиционных светопроёмов. Анализ российского и международного опыта показывает, что применение световодов в жилых комплексах позволяет решить комплекс задач: обеспечить соответствие нормативным требованиям по КЕО, снизить энергопотребление на искусственное освещение, повысить качество световой среды и расширить типологию объёмно-планировочных решений жилых комплексов.

Литература

1. Соловьев, А. К. Современное понимание роли естественного освещения при проектировании зданий / А. К. Соловьев, Е. А. Дорожкина // Жилищное строительство. – 2021. – № 11. – С. 46-52. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-11-46-52.

2. Соловьев, А. К. Полые трубчатые световоды и их применение для естественного освещения зданий / А. К. Соловьев // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 2. – С. 53-55.

3. Селянин, Ю.Н. Новый способ освещения помещений дневным светом / Ю. Н. Селянин // Информационный бюллетень «Энергосовет». – 2020. – № 6 (11). – С. 50-51.

4. Классификация трубчатых направляющих систем дневного освещения // Кровли. – 2010. – № 1. – С. 2-9.

5. Kim, J. T. Overview and new developments in optical daylighting systems for building a healthy indoor environment / J. T. Kim, G. Kim // Building and Environment. – 2010. – Vol. 45, No. 2. – P. 256–269.

6. Solargy– URL: https://solargy.ru/ (дата обращения: 14.04.2026). – Текст: электронный.

7. Пейн, Т. Развитие полых световодов в Великобритании // Светотехника. –2004. – № 3. – С. 39-45.

8. Опыт применения полых трубчатых световодов для естественного освещения в России / А. Л. Кузнецов, Е. Ю. Оселедец, А. К. Соловьев, М. В. Столяров // Светотехника. – 2011. – № 6. – С. 4-11.

9. Карасева, Л. В. Преимущества и перспективы применения систем естественного освещения с полыми трубчатыми световодами в России // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 4.

10. Capital towers – URL: https://archi.ru/en/projects/12307/zhk-capital-towers (дата обращения: 14.04.2026). – Текст: электронный.

11. Установка световодов в ЖК Capital Towers, г. Москва – URL: https://solargy.ru/projects/ustanovka-svetovodov-v-zhk-capital-towers-g-moskva/ (дата обращения: 14.04.2026). – Текст: электронный.

12. Куприянов, В. Н. Экологичное освещение помещений с использованием полых световодов / В. Н. Куприянов, Р. Е. Шашни, А. П. Горбунов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – № 2(32). – С. 154-160.

13. Овчаров, А. Т. Полые трубчатые световоды и гибридные системы освещения в архитектуре автономных энергоэффективных зданий / А. Т. Овчаров, Ю. Н. Селянин, Я. В. Анцупов // Проектирование и строительство автономных, энергоэффективных зданий : сборник статей Международной научно-практической конференции, Краснодар, 31 мая – 02 2018 года. – Краснодар: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2018. – С. 133-142.

14. Филь, Н. С. Энергоэффективное солнечное освещение помещений // International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology. – 2014. – № 5 (145). – С. 16–19.

15. Эксплуатационные свойства и характеристики полых трубчатых световодов и зенитных фонарей / И. Ю. Лошкарев, А. И. Стерхов, Т. А. Широбокова, Ю. Д. Вахрушева // АПК России. – 2019. – Т. 26, № 4. – С. 548-552.

16. Garcia-Hansen, V. Methods for the illumination of multilevel buildings with vertical light pipes / V. Garcia-Hansen, I. Edmonds // Solar Energy. – 2015. – Vol. 117. – P. 74–88.

Light pipes in in modern residential architecture: analysis of structural solutions and application prospects

Dorozhkina E.A.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the analysis of the application of tubular daylighting devices (light pipes) in contemporary residential complexes under conditions of increased urban density and building height, which lead to the emergence of spaces without traditional daylight openings. The structural features of light pipes are examined, including the light-collecting, light-transmitting, and light-diffusing subsystems, as well as their impact on system performance. A review of the regulatory framework is provided. The experience of using light pipes in residential architecture is analyzed. The advantages and disadvantages of light pipes compared to conventional daylighting systems are identified. Promising directions for the development of tubular light pipes in residential architecture are determined.

Keywords: natural light tubular light guides, hollow light guides, natural lighting, architectural and planning solutions, energy efficiency, "green" standards, hybrid lighting systems.

References

1. Solovyov, A. K. Modern understanding of the role of natural lighting in building design / A. K. Solovyov, E. A. Dorozhkina // Housing construction. – 2021. – No. 11. – pp. 46-52. – DOI 10.31659/0044-4472-2021-11-46-52.
2. Solovyov, A. K. Hollow tubular light guides and their application for natural lighting of buildings / A. K. Solovyov // Industrial and civil engineering. – 2007. – No. 2. – pp. 53-55.
3. Selyanin, Yu.N. A new way of lighting rooms with daylight / Yu. N. Selyanin // Newsletter "Energosovet". – 2020. – № 6 (11). – Pp. 50-51.
4. Classification of tubular guides for daytime lighting systems // Roofs. - 2010. – No. 1. – pp. 2-9.
5. Kim, J. T. Review and new developments in the field of optical daytime lighting systems for creating a healthy indoor environment / J. T. Kim, G. Kim // Construction and the environment. – 2010. – Volume 45, No. 2. – pp. 256-269.
6. Solar energy– URL: https://solargy.ru / (date of access: 04/14/2026). – Text: electronic.
7. Payne, T. The development of hollow optical fibers in the UK // Lighting Engineering. - 2004. – No. 3. – pp. 39-45.
8. The experience of using hollow tubular light guides for natural lighting in Russia / A. L. Kuznetsov, E. Y. Oseledets, A. K. Solovyov, M. V. Stolyarov // Lighting Engineering. - 2011. No. 6. pp. 4-11.
9. Karaseva, L. V. Advantages and prospects of using natural lighting systems with hollow tubular light guides in Russia // Engineering Bulletin of the Don. – 2017. – № 4.
10. Capital towers – URL: https://archi.ru/en/projects/12307/zhk-capital-towers (date of request: 04/14/2026). – Text: electronic.
11. Light guide stop in Capital Towers residential complex, Moscow – URL: https://solargy.ru/projects/ustanovka-svetovodov-v-zhk-capital-towers-g-moskva / (date of access: 04/14/2026). – Text: electronic.
12. Kupriyanov, V. N. Ecological lighting of premises using hollow light guides / V. N. Kupriyanov, R. E. Shashni, A. P. Gorbunov // Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. – 2015. – № 2(32). – Pp. 154-160.
13. Ovcharov, A. T. Hollow tubular light guides and hybrid lighting systems in the architecture of autonomous energy-efficient buildings / A. T. Ovcharov, Yu. N. Selyanin, Ya. V. Antsupov // Design and construction of autonomous, energy–efficient buildings : collection of articles of the International Scientific and practical Conference, Krasnodar, May 31 - 02, 2018. Krasnodar: OMEGA SCIENCES Limited Liability Company, 2018. pp. 133-142.
14. Shil, N. S. Deep understanding of the problem // International Scientific Journal on Alternative Energy and Ecology. – 2014. – № 5 (145). – Pp. 16-19.
15. Operational properties and characteristics of hollow tubular light guides and anti-aircraft lanterns / I. Y. Loshkarev, A. I. Sterkhov, T. A. Shirobokova, Yu. D. Vakhrusheva // Agroindustrial Complex of Russia. 2019. Vol. 26, No. 4. pp. 548-552.
16. Garcia-Hansen, V. Methods of lighting multi-level buildings with vertical light guides / V. Garcia-Hansen, I. Edmonds // Solar energy. - 2015. – Volume 117. – pp. 74-88.

Основные принципы развития новых обозначений сварочных технологий и металлообработки

Епифанцев Кирилл Валерьевич
доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры Метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, kir.epifantsev@yandex.ru

Обозначение новых графических элементов на чертеже является закономерной особенностью развития новых производственных технологий и гармонизации стандартов. Данная статья о ряде нововведений в области ЕСКД
Ключевые слова: ЕСКД, новые обозначения, системы ISO, допуски и посадки, сварка.

Важным вектором импортозамещения является наработка компетенций в области понимания зарубежной конструкторской документации. Перевод чертежей с европейского на российский уровень понимания - несоизмеримо сложная задача. Национальные стандарты (ГОСТ Р 53442-2015 и ГОСТ 25346-2013) [3-6] в настоящий момент отражают всю сущность проблемы – не все конструкторские обозначения до конца переведены, грамотно объясняются, и применяются на производстве. Большинство из труднопонимаемых символов касаются координатной метрологии (ISO 1101 – «Geometrical products specification»). Знание основ координатной метрологии позволит решить многие проблемы реверсивного инжиниринга.

ГОСТ Р 53442-2015 является наиболее прогрессивным в области реверсивного инжиниринга. При анализе основных нововведений стандарта выявляются новые типы обозначений, используемые в европеской системе документации, что является важными компонентом в области импортозамещения. К примеру одно из нововведений это - «TED (Teoretical exact dimension) – размер, который применяют при выполнении различных операций (например, операций присоединения, разделения или набора),(рис. 1).

TED-размер является примером одного из сложнопонимаемых и применяемых исключительно на ограниченном количестве предприятий элементов. Это связано с его недостаточно подробной интерпетацией в ГОСТ 53-442 [1,2]. Во многом, применение вышеуказанных обозначений на чертежах дает возможность предусмотреть контроль шероховатости, дефектов формы, установить дополнительные, ярко выраженные методы контроля качества.

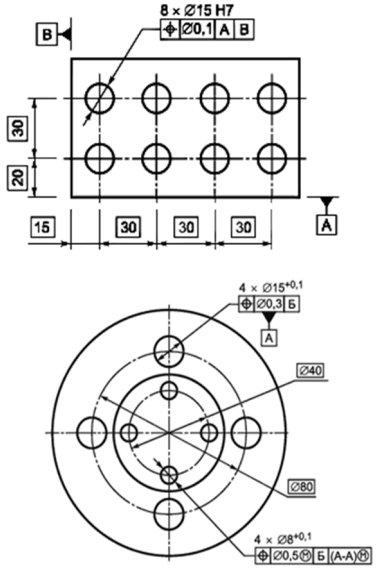


Рисунок 1 – Обозначение TED на чертеже

При этом важно понимать, что данные приборы не должны иметь высокую стоимость и сложные предварительные процессы калибровки и юстировки для оперативного проведения измерения.

Развитие производственных технологий неминуемо влияет на развитие условно графического материала, которыми эти технологии обозначаются на чертежах и схемах, операционных картах. Важно, что многие обозначения помогают производить импортозамещенную продукцию, являясь таким образом сигнальными элементами, позволяющими более оперативно произвести адаптацию чертежа иностранной разработки для российской системы ЕСКД. В наше время, в современных экономических условиях, это особенно важно, по причине большого объёма изделий, локализующихся на многих предприятиях. Многие задачи прототипирования не могут быть решены только лишь сканированием модели и перевода ее в электронный вид, для лучшего обращения с точки зрения электронной документации. Порой вся суть чертежа, его значимые допуски, состав материалов, ноу хау и особенности сборки скрываются за условно-графическими обозначениями, которые и составляют

большую часть знаний современного импортозаместителя. К сожалению, отдельно профессий в области импортозамещения нет, однако существуют ряд направлений переподготовки, повышения квалификации.

В текущей статье разберем также нововведения относительно обозначений сварки, что играет весомую роль при создании изделий машиностроения и приборостроения, задает важную информацию отделу качества, контролирующую данную конечную продукцию.

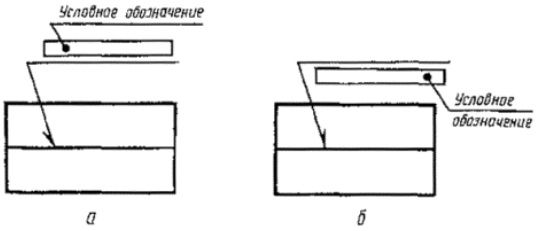


Рисунок 2 – Обозначение сварки в ЕСКД

Многие конструкторские документы уже привычно несколько десятков лет оформляются по правилам указания сварки (Рис.2) с помощью половинчатой стрелочки, в верхней части которой указывается полочка с дополнительной информацией касательно катетера шва, расположения шва и вида сварки. Однако переведенный в 2019 году гармонизированный стандарт ГОСТ Р ИСО 2553-2017 года значительно трансформировал представление оказания сварочных элементов в чертежах, позволяя указывать некоторые сварочные швы в неответственный конструкции. На современном ГОСТе, который представлен сваркой с "хвостиком" позволяет достаточно в полной мере понять смысл указания непосредственно в европейских чертежах, что важно в процессе импортозамещения.

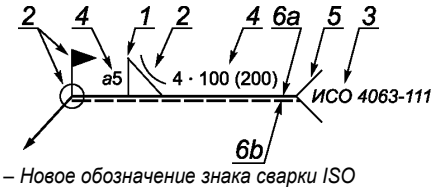


Рисунок 3 – Новое обозначение знака сварки ISO

Сварка в настоящее время развивается не только в направлении металлов, немаловажное значение имеет сварка полимерных трубопроводов. Данный вид продукции важен для транспортировки сжиженного газа, нефти, в качестве трубопроводов для питьевой воды. Однако сварка полимерных трубопроводов сравнительно молодая технология, которая пока не имеет большого количества условно графических обозначений. Так традиционно в этом виде выделяют всего 5 видов сварки, тогда как на сварке металлов используется более 25 видов. Наибольший интерес всегда при этом представляет проведение сварки в экстремальных условиях, например в вакууме или под водой, и зачастую такие технологии являются незаменимыми , если авария на трубопроводе вынуждает оперативно устранить последствия. Однако подобные технологии требуют помимо специфического оборудования также и уникальных компетенций со стороны специалистов, которые должны иметь солидную профессиональную и спортивную подготовку. Многие технологии подводной сварки и космической сварки были апрьированы в СССР и используются по сей день. Так разработанный тип электрода ЭПС-2 (электрод подводный сварочный), первые виды космической сварки, выполненной космонавтом Кабатовым, говорят об уникальности этих технологий, высоком мастерстве и физической подготовке специалистов, которые эти технологии обкатывали.

Таким образом новые обозначения в деле машиностроения имеют важную роль в области импортозамещения.

Литература

1. Волошкин А.А., Салихов Д.Д., Ласунова С.В. Разбор способов реверсивного инжиниринга В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 300-летию Российской академии наук. Сборник докладов Национальной конференции с международным участием. Белгород, 2022. С. 17-22.

2. Министерство промышленности и торговли РФ. Прогноз потребностей экономики и общества в измерениях на 2020 – 2025 годы. М. 2020.194 С.

3. Глухов В.И., Златкина О.Ю., Ивлева И.А. Геометрические характеристики изделий. Базы и координатные системы. Динамика систем, механизмов и машин. 2016. № 1. С. 285-290.

4. ГОСТ Р 53442-2015 (ИСО 1101:2012). Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Установление геометрических допусков. Допуски формы, ориентации, месторасположения и биения. – М.: Стандартинформ, 2015.

5. ГОСТ 25346-2013 (ISO 286-1:2010). Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки. – М.: Стандартинформ, 2013.

6. ГОСТ Р 50056-92. Основные нормы взаимозаменяемости. Зависимые допуски формы, расположения и координирующих размеров. Основные положения по применению. – М.: Стандартинформ, 1992.

Basic Principles for the Development of New Symbols for Welding and Metalworking Technologies

Epifantsev K.V.
Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

JEL classification: L61, L74, R53

The designation of new graphic elements in drawings is a natural feature of the development of new production technologies and the harmonization of standards. This article discusses a number of innovations in the field of Unified System for Design Documentation (ESKD).

Keywords: ESKD, new symbols, ISO systems, tolerances and fits, welding.

References

1. Voloshkin A.A., Salikhov D.D., Lasunova S.V. Analysis of Reverse Engineering Methods. In: International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of the V.G. Shukhov Belgorod State Technical University, dedicated to the 300th Anniversary of the Russian Academy of Sciences. Collection of Papers from the National Conference with International Participation. Belgorod, 2022. pp. 17-22.

2. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation. Forecast of the Measurement Needs of the Economy and Society for 2020–2025. Moscow, 2020.194 p.

3. Glukhov V.I., Zlatkina O.Yu., Ivleva I.A. Geometric Characteristics of Products. Datums and Coordinate Systems. Dynamics of Systems, Mechanisms, and Machines. 2016. No. 1. pp. 285-290.

4. GOST R 53442-2015 (ISO 1101:2012). Basic standards of interchangeability. Geometric characteristics of products. Establishment of geometric tolerances. Tolerances of form, orientation, location and runout. – Moscow: Standartinform, 2015.

5. GOST 25346-2013 (ISO 286-1:2010). Basic standards of interchangeability. Geometric characteristics of products. System of tolerances for linear dimensions. Basic provisions, tolerances, deviations and fits. – Moscow: Standartinform, 2013.

6. GOST R 50056-92. Basic standards of interchangeability. Dependent tolerances of form, location and coordinating dimensions. Basic provisions for application. – Moscow: Standartinform, 1992.

Проектирование энергоэффективных ограждающих конструкций в условиях Крайнего Севера (на примере ЯНАО)

Жилина Татьяна Семеновна
кандидат технических наук, доцент кафедры инженерных систем и сооружений, Тюменский индустриальный университет,

Чернышев Дмитрий Александрович
магистрант, кафедра инженерных систем и сооружений, Тюменский индустриальный университет, ts-z@yandex.ru

В статье рассмотрены особенности проектирования и выбора ограждающих конструкций для общественных зданий, возводимых в условиях Крайнего Севера. Анализируются ключевые климатические факторы (экстремально низкие температуры, сильные ветра), оказывающие воздействие на теплотехнические и прочностные характеристики конструкций.
Проведен технический анализ вариантов конструкций с различными слоями ограждений, в соответствие требованиям нормативных документов. Обоснована оптимальная версия с точки зрения энергосбережения и надежности. Сделаны выводы о применимости решения данного вида строительства в условиях крайних низких температур.
Описаны конструктивные решения для стен, перекрытий и оконных блоков, учитывающие специфику эксплуатации в суровых климатических условиях. Показаны экономические преимущества применения энергоэффективных ограждающих конструкций за счёт снижения эксплуатационных затрат на отопление. Результаты исследования могут быть рассмотрены при проектировании общественных объектов на Крайнем Севере.
Ключевые слова: Крайний Север, энергоэффективность, арктическое строительство, ограждающие конструкции, теплозащита.

Введение

Стратегическое развития северных территорий Российской Федерации неразрывно связано с решением задач энергосбережения, приобретающие первостепенное значение в условиях эксплуатации экстремальных природно-климатических факторов. Освоение и сохранение ресурсного потенциала этих регионов в качестве экономической базы государства на долгосрочную перспективу требует ускоренного развития производственной инфраструктуры. Данная необходимость обусловлена тем, что эффективное функционирование отраслей промышленной специализации (добывающей, перерабатывающей и др.) возможно лишь при условии создания соответствующей материально-технической базы, а именно строительство общественных зданий и объектов жилой инфраструктуры.

Реализация этих мер позволит обеспечивать комплексное освоение северных территорий и удовлетворять социально-экономические потребности населения Крайнего Севера.

Строительство общественных зданий в экстремальных природно-климатических условиях Крайнего Севера сопряжено рядом проблем, а именно, экстремально низкая температура (до -50 °С и ниже), наличие многолетней мерзлоты и протаивание грунтов, высокая стоимость энергоресурсов. [1]

Актуальность данной темы обусловлено необходимостью снижения энергопотребления общественных зданий за счёт оптимизации теплозащитных свойств ограждающих конструкций, а также внедрения современных строительных материалов и технологий, адаптированных к экстремальным климатическим условиям на Крайнем Севере.

Целью статьи является анализ и систематизация конструктивных и технологических решений для ограждающих конструкций общественных зданий на Крайнем Севере, обеспечивающих эффективность и долговечность сооружений.

Методологическая база исследования опирается на комплексный анализ современной проектной практики с использованием историко-типологического подхода. В работе был применен аналитический метод (обзор и систематизация научно-технической литературы, нормативных документов (СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология», ГОСТ Р 54851-2011. «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче, ГОСТ Р 56295-2014 «Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях»). Расчет нормированного сопротивления теплопередачи осуществлялся по методике, изложенной в СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий».

Основные результаты

Крайний Север характеризуется экстремально холодным климатом с длительной зимой и продолжительным снеговым покровом. В таких условиях теплопотери зданий резко возрастают, что требует использования высокоэффективных энергосберегающих решений при проектировании. Они достигаются за счет надежной теплоизоляции ограждающих конструкций и герметизаций здания, что снижает нагрузку на системы отопления и вентиляции [12].

В правильном понятии энергоэффективное здание должно работать по принципу «термоса»: его ограждения должны проектироваться максимально герметичными и теплоизолированным [11]. Так, чтобы естественный приток холодного воздуха через стены и швы должен быть практически сведен к нулю. Чем качественнее утеплены и герметизированы все элементы, тем меньше требуется энергии на обогрев.

В качестве объекта исследования выбрано двухэтажное здание Домf Культуры в селе Белоярск, расположенное в Ямало-Ненецком автономном округе.

Для села Белоярск необходимо обеспечивать расчетную температуру наиболее холодной пятидневки минус 46 °С, среднюю температуру периода со средней суточной температурой воздуха ≤ 8 °С и продолжительность отопительного периода 280 суток. С учетом этих климатических параметров выбор оптимальной конструкции стены критически важен для энергоэффективности. Для проектируемого Дома Культуры рассмотрены три конструктивных варианта наружных стен с различными материалами.

На рисунках 1 и 2 показаны планы первого и второго этажей.

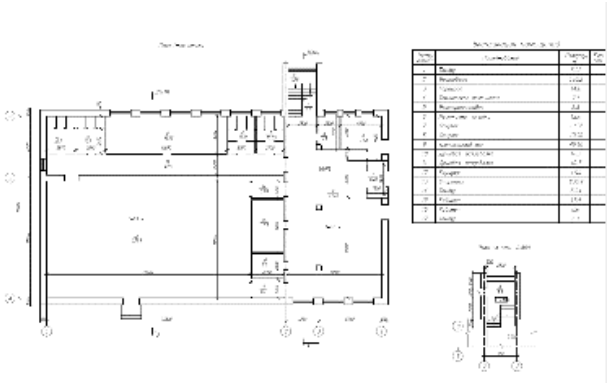


Рис 1. План первого этажа Дом Культуры

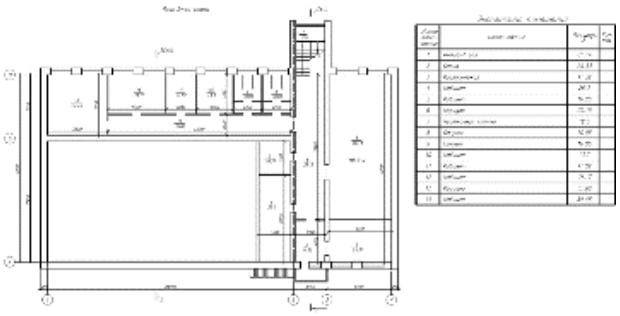


Рис 2. План второго этажа Дом Культуры

Во всех вариантах коэффициент теплоотдачи для внутренних стен принимаем 8,7 Вт/ м^2·°С, для наружных стен принимаем 23 Вт/м^2·°С

Вариант 1: Конструкция наружной стены состоит из облицовочного кирпича на цементно-песчаном растворе, воздушного зазора, утеплителя и газобетона с внутренней штукатуркой. Характеристика слоев приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика слоев наружной стены

№	Название материала	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С
1	Керамический пустотелый кирпич на цементно-песчаном растворе	120	0,52
2	Воздушная прослойка	30	
3	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO	100	0,035
4	Блок газобетонный 300х300 мм	300	0,29
5	Штукатурка	15	0,93
	Общее	535	

Вариант 2: Конструкция наружной стены состоит из планкен из лиственницы, воздушного зазора, утеплителя, деревянного каркаса (профилированный брус), гипсокартонные листы. Деревянные несущие элементы должны быть сконструированы так, чтобы избежать образованию тепловых мостов. Значения характеристик материалов сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Характеристика слоев наружной стены

№	Название материала	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/м·°С
1	Планкен из лиственницы сорт Экстра	22	0,13
2	Воздушная прослойка	30	
3	Экструзионный пенополистирол ТЕХНОНИКОЛЬ CARBON ECO	150	0,035
4	Деревянный каркас, профилированный брус	145	0,18
5	Гипсокартонные листы	12	0,34
	Общее	505	

Вопросы эффективности ограждающих конструкций должны рассматриваться не только в соответствии нормативным требованиям, но и с учетом устойчивости к климатическим воздействиям и влияниям на энергопотребление инженерных систем [10].

Повышенное сопротивление теплопередаче наружных стен обеспечивает комфортное пребывание людей в помещениях и снижает риск образования зон влагоконденсации внутри конструкции [6].

Теплотехнический расчет наружной стены находится из СП 50.13330.2024 [3 п.5] формулой

$$R_{ст} = \frac{1}{\alpha_{нар}} + \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum R_i$$

Где

- $\alpha_{вн} = 8,7$ - коэффициент теплоотдачи стен, полов, гладких потолков, потолков с выступающими ребрами внутренней поверхности здания
- где $\alpha_{нар} = 23$ – коэффициент теплоотдачи для зимних условий для наружных стен, покрытий, перекрытий над проездами и над холодными (без ограждающих стенок) подпольями в Северной строительно-климатической зоне, Вт/(м2 °С);

Фактическое термическое сопротивление конструкции наружной стены должно превышать базовые значения:

Для первого варианта $R_{ст} = 4,302$ м^2 °С/Вт

Для второго варианта $R_{ст} = 5,614$ м^2 °С/Вт

Вариант 1 имеет наименьшую стоимость материалов и имеет длительные мокрые работы. Оно характеризуются ограниченным запасом по теплозащите [4]. В этом случае здание подвержена к отклонениям эксплуатационных параметров, таким как инфильтрация воздуха, ветровые нагрузки и т.п.

В случае варианта 2 увеличенная толщина теплоизоляционного слоя при умеренной стоимости по сравнению с предыдущим он дороже примерно на 7-8% [5], [7], [8].

С точки зрения энергоэффективности увеличение термического сопротивления позволяет в дальнейшем снизить годовой расход тепловой энергии. Это особенно актуально для общественных зданий с продолжительным режимом эксплуатации и требованиям к микроклимату в помещении.

Оценка эффективности вложений в теплоизоляционные материалы основаны на расчетах окупаемости. В соответствии с методикой по ГОСТ Р 56295-2014 [9] можно определить через сколько времени займет возврат средств за счет экономии тепловой энергии на котельную.

Рассмотрим методику экономической оценки по формулам СДЗ (совокупные дисконтированные затраты) и бездисконтный срок окупаемости:

$$T_0 = \frac{\Sigma K}{\Delta Э}$$

где T_0 – бездисконтный срок окупаемости;

ΔЭ – снижение годовых эксплуатационных расходов Э на тепловую и электрическую энергию за счет энергосбережения, руб./год

ΣК – суммарные годовые эксплуатационные издержки, руб./год, в ценах на момент начала эксплуатации здания

Для проектной площади 602,73 м^2 окупаемость составляет ≈ 3,25 года, дисконтированная окупаемость ≈ 3,64 года; с сроком 10 лет составляет + 983,782 тыс. руб., следовательно, с экономической точки зрения вариант с деревянным каркасом предпочтителен.

Сокращение теплопотерь через утепленные стены и окна: по расчетам, на них приходится около 30-40% теплопотерь, поэтому правильно подобранный материал может снижать расход энергии на инженерные системы ориентировочно на 18-20%.

Таким образом, начальные инвестиции в ограждающие конструкции делают здание тепловой оболочкой, которая в свою очередь обладает долго хранящим тепло и разгружает системы отопления и вентиляции.

Заключение

В ходе проведённого исследования решены поставленные задачи по анализу и систематизации конструктивных и технологических решений для ограждающих конструкций общественных зданий на Крайнем Севере. Полученные результаты позволяют сформулировать следующие основные выводы:

Климатическая специфика Крайнего Севера предъявляет повышенные требования к теплозащитным и прочностным характеристикам ограждающих конструкций [6]. Традиционные решения, применяемые в умеренном климате, демонстрируют недостаточную эффективность в данных условиях. Теплотехнические расчёты подтвердили необходимость обеспечения сопротивления теплопередаче на уровне $R_{ст} \geq R_{норм}$ с учётом региональных климатических данных. Оптимальный значения Rст для общественных зданий в арктических регионах составляют не менее 5,0–6,0 м^2·°С/Вт, что в 1,5 раза превышает требования для средней полосы России.

Наиболее эффективные решения включают следующие позиции:

1. Непрерывная теплоизоляция с минимизацией тепловых мостов. Требуется создание многослойной ограждающей конструкции без разрывов утеплителя. В суровом климате применяют плотные слои утеплителя, так, например, пенополистирол или минеральную вату с внешними ветрозащитными мембранами [10].

2. Герметизация стыков и узлов. Позволяет исключить утечки воздуха по стыкам панели, швам и сопряжениям конструкций. Герметизация снижает вероятности возникновения мостиков холода, по которым проходит тепло. Для этого используют пароизоляционные и ветрозащитные пленки, герметики и прокладки в местах примыканий.

3. Высокоэффективные оконные и дверные блоки. Известно, что окна и двери могу являться слабым звеном по теплоизоляции.

4. Экономическая оценка вложений. При выборе конструкций необходимо провести расчет рентабельности мер. Составляют баланс расходов и прогнозируемой экономии, учитывая увеличение срока окупаемости при повышенных термических сопротивлениях значениях.

Таким образом, комплексное применение предложенных решений позволит обеспечить надёжность, энергоэффективность и экономическую целесообразность эксплуатации общественных зданий на Крайнем Севере, способствуя устойчивому развитию северных территорий Российской Федерации.

Литература

1. Слободчиков, Е.Г. Состояние коммунального комплекса арктической зоны Якутии / Е.Г. Слободчиков, С.И. Мухоплев // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 6. – С. 10–13.
2. СП 131.13330.2025 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология», [Электронный текст] – сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2024 г. – 109 с.
3. СП 50.13330.2024. «Тепловая защита здания», [Электронный текст] – М.: Минрегион России, 2012 г. – 96 с.;
4. ГОСТ Р 54851-2011. «Конструкции строительные ограждающие неоднородные. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче», [Электронный текст] – сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2012 г. – 34 с.;
5. ФСБЦм-2022 Сборник сметных цен на Материалы. Книга 06. Изделия керамические строительные. – Приложение №119 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2019 г. №876/пр – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Текст: электронный.
6. ГОСТ 30494-2011. «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях», [Электронный текст] – сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2019 г.;
7. ФСБЦм-2022 Сборник сметных цен на Материалы. Книга 11. Изделия керамические строительные. – Приложение №119 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2019 г. №876/пр – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Текст: электронный
8. ФСБЦм-2022 Сборник сметных цен на Материалы. Книга 05. Изделия из бетона, цемента и гипса. – Приложение №119 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2019 г. №876/пр – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Текст: электронный
9. ГОСТ Р 56295-2014 «Энергоэффективность зданий. Методика экономической оценки энергетических систем в зданиях», [Электронный текст] – сверен по: официальное издание М.: Стандартинформ, 2015 г.
10. Овсянников С. И., Родионов А. С. Обоснование эффективных строений для Крайнего Севера // Вестник науки и образования северо-запада России. 2017 № 1 С. 107–114.
11. Huynh, A.; Dias Barkokebas, R.; Al-Hussein, M.; Cruz-Noguez, C.; Chen, Y. Energy-Efficiency Requirements for Residential Building // Envelopes in Cold-Climate Regions. Atmosphere 2021. №12 (405) pp 1-20. https://doi.org/10.3390/atmos12030405 Режим доступа: https://www.mdpi.com/2073-4433/12/3/405# (дата обращения 02.03.2026)
12. Philip Delff Andersen, Carsten Rode, Henrik Madsen An arctic low-energy house as experimental setup for studies of heat dynamics of buildings// Frontiers of Architectural Research Volume 2, Issue 4, December 2013, Pages 488-499 https://doi.org/10.1016/j.foar.2013.08.003 Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263513000484 (дата обращения 02.03.2026)

Designing Energy-Efficient Building Enclosures in the Far North (using the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug as an Example)

Zhilina T.S., Chernyshev D.A.
Tyumen Industrial University

JEL classification: L61, L74, R53

In the article, the features of designing and selecting fencing structures for public buildings built in the Far North are considered. Key climate factors (extremely low temperatures, strong winds) affecting thermal engineering and structural performance are analyzed.

Carried out a technical analysis of the design options with different layers of fencing, in accordance with the requirements of regulatory documents. The optimal version is justified in terms of energy saving and reliability. Conclusions are drawn about the applicability of this type of construction solution in extreme low temperatures.

Structural solutions for walls, ceilings and window blocks are described, taking into account the specific features of operation in harsh climatic conditions. The economic benefits of energy efficient fencing structures due to lower operating costs for heating are shown. The results of the study may be considered when designing public facilities in the Far North.

Keywords: extreme north, energy efficiency, arctic construction, fence structures, heat protection.

References

1. Slobodchikov, E.G. State of the public utilities complex in the Arctic zone of Yakutia / E.G. Slobodchikov, S.I. Mukhoplev // Bulletin of Eurasian Science. - 2022. - Vol. 14, No. 6. - Pp. 10-13. [in Russian]
2. SP 131.13330.2020 "SNiP 23-01-99* Construction climatology", [Electronic text] - verified against: official publication Moscow: Standartinform, 2019. - 109 p.
3. SP 50.13330.2024. "Thermal protection of a building", [Electronic text] - Moscow: Ministry of Regional Development of the Russian Federation, 2012. - 96 p. [in Russian]
4. GOST R 54851-2011. "Heterogeneous Building Enclosing Structures. Calculation of Reduced Heat Transfer Resistance", [Electronic text] – verified against: official publication Moscow: Standartinform, 2012. – 34 p. [in Russian]
5. FSBCm-2022 Collection of Estimated Prices for Materials. Book 06. Ceramic Building Products. – Appendix No. 119 to the Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 26, 2019 No. 876/pr – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Text: electronic. [in Russian]
6. GOST 30494-2011. "Residential and Public Buildings. Indoor Microclimate Parameters", [Electronic text] – verified against: official publication Moscow: Standartinform, 2019. [in Russian]
7. FSBCm-2022 Collection of estimated prices for Materials. Book 11. Ceramic building products. – Appendix No. 119 to the Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 26, 2019 No. 876/pr – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Text: electronic [in Russian]
8. FSBCm-2022 Collection of estimated prices for Materials. Book 05. Concrete, cement, and gypsum products. – Appendix No. 119 to the Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 26, 2019 No. 876/pr – (https://fsnb2022.ru/fsscm/19/) – Text: electronic [in Russian]
9. GOST R 56295-2014 "Energy efficiency of buildings. Methodology for the economic assessment of energy systems in buildings", [Electronic text] – verified against: official publication M.: Standartinform, 2015 [in Russian]
10. Ovsyannikov S. I., Rodionov A. S. Justification of efficient buildings for the Far North // Bulletin of science and education of the north-west of Russia. 2017 No. 1 pp. 107–114. [in Russian]
11. Huynh, A.; Dias Barkokebas, R.; Al-Hussein, M.; Cruz-Noguez, C.; Chen, Y. Energy-Efficiency Requirements for Residential Building // Envelopes in Cold-Climate Regions. Atmosphere 2021. №12 (405) pp 1-20. https://doi.org/10.3390/atmos12030405 Режим доступа: https://www.mdpi.com/2073-4433/12/3/405#
12. Philip Delff Andersen, Carsten Rode, Henrik Madsen An arctic low-energy house as experimental setup for studies of heat dynamics of buildings// Frontiers of Architectural Research Volume 2, Issue 4, December 2013, Pages 488-499 https://doi.org/10.1016/j.foar.2013.08.003 Режим доступа: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095263513000484

Современная мировая архитектура аэропортов

Панченко Анастасия Дмитриевна
студент бакалавриата, кафедра архитектуры и реставрации, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1132226100@rudn.ru,

Ляпичева Анастасия Денисовна
студент бакалавриата, кафедра архитектуры и реставрации, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1132226083@rudn.ru,

Никитина Алиса Александровна
Студент бакалавриата, кафедра архитектуры и реставрации, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 1132227872@rudn.ru

В статье рассматриваются современные тенденции архитектурного проектирования аэропортов как ключевых элементов транспортной инфраструктуры. Проведен сравнительный анализ зарубежных и российских архитектурных решений пассажирских аэропортов. В работе акцент сделан на различные научные подходы к формированию архитектуры аэропортов, представленные в работах международных и отечественных исследователей. На основе анализа планировочных, функциональных и композиционных решений выявлены основные направления развития архитектуры аэропортов.
Ключевые слова: архитектура аэропортов, пассажирский терминал, транспортная инфраструктура, типология аэропортов.

Актуальность и проблематика

В XXI века аэропорты претерпели качественную трансформацию в одни из наиболее сложных и масштабных архитектурных объектов. Они выполняют одновременно транспортные, общественные, экономические и символические функции. Современный пассажирский терминал представляет собой многофункциональный комплекс, объединяющий транспортные процессы, коммерческую инфраструктуру и общественные пространства.

Рост глобальной мобильности населения приводит к постоянному увеличению пассажиропотока. Международные авиационные организации отмечают устойчивый рост объёмов авиаперевозок, что требует модернизации существующих аэропортов и строительства новых. В результате аэропорты становятся не только транспортными узлами, но и важными элементами городской инфраструктуры и архитектурной идентичности страны.

В современных исследованиях аэропорты интерпретируются как многослойные пространственные системы, в которых взаимодействуют различные функциональные потоки: пассажирские, транспортные, технологические и коммерческие.

Ввиду этого архитектурное проектирование аэропортов требует комплексного подхода, включающего функциональные, технологические, экологические и композиционные аспекты.

Несмотря на большое количество исследований, в научной литературе отсутствует единая система классификации современных аэропортов. Различные авторы предлагают собственные подходы к типологии терминалов, основанные на планировочных, функциональных или градостроительных критериях. Это обусловливает необходимость систематизации существующих научных подходов и выявления основных принципов формирования архитектуры современных аэропортов.

Цель исследования – разработать архитектурные принципы создания аэропортов.

Задачи исследования:

1. Проанализировать международные и российские примеры проектирования аэропортов;
2. Провести сравнительный анализ международных и российских аэропортов;
3. Выявить основные архитектурные принципы проектирования терминалов;
4. Разработать типологию современных аэропортов.
5.

Предмет исследования - архитектура современных аэропортов в мировой практике.

Границы исследования - объекты в границах стран: Южной Кореи, Норвегии, Китая, Сингапура, России.

Методика научных исследований. Архитектурные решения аэропортов активно изучается в рамках исследований транспортной инфраструктуры, архитектуры общественных зданий и градостроительства. Различные авторы рассматривают аэропорты с разных позиций, что формирует несколько научных подходов.

Функционально-технологический подход

Наиболее значимым является функционально-технологический подход, представленный в работах Н. Эшфорда, Р. Хороньеффа и А. Казды [1, с. 25-40; 3, с.55-70]. Исследователи рассматривают аэропорт прежде всего как сложную транспортную систему, в которой архитектурная форма определяется технологическими процессами обслуживания пассажиров [1, с. 60-75; 4, с.80-95] и воздушных судов.

Согласно этому подходу, ключевым фактором проектирования является оптимизация пассажирских потоков и минимизация времени перемещения внутри аэропорта. Планировочная структура здания должна обеспечивать четкую последовательность процессов [4, с. 120-135]: регистрация, досмотр, паспортный контроль, посадка.

Архитектурно-пространственный подход

Брайан Эдвардс рассматривает аэропорты как крупнейшие общественные здания современности [2, с. 10-18].

В его исследованиях подчеркивается роль архитектуры как общественных пространств, в которых важны не только технологические процессы, но и комфорт пассажиров [2, с. 45-60].

По мнению исследователя, современный аэропорт должен сочетать функциональность и архитектурную выразительность [2, с. 70-85]. Аэропорт становится пространством, формирующим первое впечатление о стране и городе.

Гибкая архитектура и модульность

Норман Фостер [5] и ряд современных архитекторов акцентируют внимание на гибкости архитектурной структуры аэропортов. По их мнению, планировочная система должна легко адаптироваться к устойчивому росту пассажиропотока [5; 15] и изменениям авиационных технологий.

Такая концепция предполагает использование модульных конструкций, позволяющих расширять здания без существенной реконструкции [5].

Экологический подход

Актуальные исследования также уделяют большое внимание вопросам устойчивого развития [8; 9; 16]. Экологическое архитектурное проектирование аэропортов предполагает использование энергосберегающих технологий [8; 9; 13], естественного освещения и экологически безопасных материалов.

Исследователи отмечают, что аэропорты являются крупными потребителями энергии [16], поэтому внедрение экологических решений становится одним из ключевых направлений развития архитектуры терминалов.

Социально-культурный подход

Некоторые авторы рассматривают аэропорты как культурные и общественные пространства [12]. В рамках данного подхода аэропорт выступает не только транспортным объектом, но и общественным центром, включающим зоны отдыха, торговые пространства и культурные площадки.

Ярким примером подобного подхода являются аэропорты Сингапура (рис.1 а) и Южной Кореи (рис.1 б), где аэропорты функционируют как общественные пространства с садами, музеями и выставочными зонами.

Рис 1. а) Аэропорт «Changi» в Сингапуре 2019г б) Аэропорт «Incheon» в Южной Корее 2018г

Методика

Исследование основано на комплексном анализе архитектуры современных аэропортов [11].

Использованы следующие методы:

1. Сравнительный анализ

Позволяет выявить различия и сходства архитектурных решений различных аэропортов.

2. Типологический анализ

Используется для систематизации планировочных структур терминалов.

3. Графический анализ

Предполагает изучение архитектурных планировок и пространственных схем зданий.

4. Системный анализ

Рассматривает аэропорт как комплексную архитектурно-транспортную систему.

Фактическая база исследования включает:

- архитектурные проекты аэропортов;
- научные публикации;
- статистические данные авиационной отрасли;
- архитектурные исследования транспортной инфраструктуры.

В рамках исследования проанализировано 11 международных аэропортов, включая российские примеры.

Страны Азии

Современные аэропорты демонстрируют разнообразие архитектурных решений, однако большинство из них можно объединить в несколько типологических групп.

Инновационные высокотехнологичные аэропорты

Один из выразительных примеров инновационной архитектуры является аэропорт Beijing Daxing в Китае (рис.2 а). Здание терминала имеет радиальную планировку с центральным атриумом, от которого расходятся пассажирские галереи. Такая схема позволяет существенно сократить расстояния перемещения пассажиров.

Другим примером является аэропорт Changi в Сингапуре, где архитектура ориентирована на создание комфортной общественной среды. В терминале размещены сады, водопады и общественные пространства.

Аэропорт Incheon в Южной Корее сочетает транспортную инфраструктуру с культурными зонами, представляющими национальные традиции страны.

Рис 2. а) Аэропорт «Beijing Daxing» в Китае 2022г б) Аэропорт «Oslo Gardermoen» (рендер)

Экологические аэропорты

Особое направление развития архитектуры аэропортов связано с экологическими принципами проектирования.

Примером является аэропорт Oslo (рис.2 б), где активно используются деревянные конструкции и энергосберегающие технологии. Архитекторы стремились создать экологически устойчивое здание с минимальным воздействием на окружающую среду.

Аэропорты линейной структуры

Линейная планировочная схема широко применяется в крупных аэропортах. Она предполагает последовательное расположение зон терминала вдоль одной оси.

Такое решение используется в аэропортах Heathrow Terminal 5 (рис.3 а) и Kansai (рис.3 б).

Рис 3. а) Аэропорт «Heathrow Terminal 5» 2008г б) Аэропорт «Kansai» 2020г

Преимуществом данной схемы является простота ориентации пассажиров и возможность поэтапного расширения аэропорта.

Компактные аэропорты

Некоторые аэропорты используют компактную планировочную схему, при которой все функции сосредоточены в одном здании. Примером является аэропорт Schiphol. Такая структура обеспечивает эффективную логистику пассажирских потоков.

Россия

Российские аэропорты в последние годы активно модернизируются и внедряют современные архитектурные решения.

К числу знаковых объектов относится аэропорт Симферополь. Архитектура здания отличается волнообразным фасадом и крупными панорамными остеклениями.

Аэропорт Платов в Ростове-на-Дону демонстрирует линейную планировочную структуру и отражает региональную идентичность южной России.

Аэропорт Гагарин в Саратове представляет компактный тип аэропорта, рассчитанный на средний пассажиропоток.

Аэропорт Казань сочетает современные архитектурные формы с элементами национальной символики.

Рис 4. а) Аэропорт «Симферополь» 2025г б) Аэропорт «Платов» в Ростове-на-Дону 2019г

Рис 5. а) Аэропорт «Гагарин», Саратов, Россия. (03.09.2023г) 5 б) Аэропорт «Казань» 2025г

Результаты исследования

На основе анализа научных исследований и архитектурных проектов можно выделить несколько типов аэропортов.

Функционально-планировочные типы

1. Радиальный тип
2. Центральный аэропорт с расходящимися галереями.
3. Преимущества: сокращение расстояний перемещения.
4. Линейный тип
5. Последовательное расположение зон аэропорта.
6. Модульный тип
7. Здание состоит из отдельных модулей, которые можно расширять.
8. Компактный тип
9. Все функции сосредоточены в одном здании.

Градостроительные типы

1. Аэропорт-город (airport city)
2. Комплекс включает гостиницы, торговые центры и бизнес-пространства.
3. Региональный аэропорт
4. Обслуживает ограниченный пассажиропоток и интегрируется в региональную инфраструктуру.
5. Транспортный хаб
6. Крупный пересадочный узел международных перевозок.

Архитектурно-композиционные типы

1. Монументальный тип
2. Архитектура ориентирована на создание символического образа страны.
3. Природно-интегрированный тип
4. Использование природных элементов внутри здания.
5. Технологический тип
6. Акцент на инженерных и конструктивных решениях.

Результаты исследования

Таблица 1

Сравнительный анализ международных и российских аэропортов

Объект	План	Технологии	Конструкции	Интеграция	Доминанта	Преимущества	Недостатки
Beijing Daxing International Airport	Радиальный	Высокие	Оболочки	Город	Хаб	Компактность	Сложность
Singapore Changi Airport	Гибрид	Максимум	Лёгкие	Природа	Общественная	Комфорт	Стоимость
Incheon International Airport	Линейный+узлы	Высокие	Металл	Культура	Многофункц.	Имидж	Масштаб
Oslo Airport Gardermoen	Линейный	Эко	Дерево	Природа	Экология	Устойчивость	Климат
Heathrow Terminal 5	Линейный	Высокие	Пролёты	Город	Транспорт	Простота	Длина
Kansai International Airport	Линейный	Высокие	Инж. сложные	Искусств	Хаб	Эффективность	Риски, уязвимость
Amsterdam Airport Schiphol	Компакт	Высокие	Модуль	Город	Хаб	Логистика	Перегрузка
Simferopol International Airport	Компактный	Средние	Металл	Образ	Транспорт	Выразительность	Ограниченность
Platov International Airport	Линейный	Средние	ЖБ+металл	Регион	Транспорт	Простота	Жёсткость
Gagarin Airport Saratov	Компактный	Базовые	ЖБ	Локальная.	Регион	Экономия	Масштаб
Kazan International Airport	Гибрид	Средние	ЖБ+металл	Культура	Транспорт	Идентичность	Частичная интеграция

Сравнительный анализ показывает системное отличие: международные аэропорты ориентированы на пространственную гибкость и общественные функции [14; 15], тогда как российские - на функциональную оптимизацию и экономическую эффективность.

Выводы

Анализ различных научных подходов показывает, что проектирование аэропортов развивается на пересечении нескольких направлений [1; 2; 8; 12].

Во-первых, сохраняется функционально-технологическая логика проектирования, в которой планировочная структура определяется технологическими процессами обслуживания пассажиров.

Во-вторых, усиливается роль архитектурной выразительности и общественных пространств.

В-третьих, возрастает значение экологической устойчивости.

Сопоставление различных научных подходов позволяет сделать вывод, что современный аэропорт формируется как многофункциональная архитектурная система, объединяющая транспортные, общественные и культурные функции.

Перспективы исследования

Проведённое исследование позволило выявить основные тенденции развития архитектуры современных аэропортов.

Основные выводы:

1. Аэропорты превращаются в многофункциональные общественные комплексы.
2. Архитектура аэропортов определяется сочетанием технологических и пространственных факторов.
3. Современные аэропорты стремятся к гибкости и возможности расширения.
4. Экологические технологии становятся важным элементом проектирования.
5. Российские аэропорты активно интегрируют международный опыт.

Предложенная типология аэропортов позволяет систематизировать существующие архитектурные решения и расширить существующие представления о классификации аэропортов. Может быть использована в дальнейших исследованиях транспортной инфраструктуры.

Литература

1. Ashford N. Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21st Century Airports / N. Ashford // Учебное пособие. – 2011. – № 1.
2. Edwards B. Airport Architecture / B. Edwards // Учебное пособие. – 2005. – № 1Graham A. Managing Airports.
3. Kazda A., Caves R. Airport Design and Operation / A. Kazda, R. Caves // Учебное пособие. – 2015. – № 1.
4. Horonjeff R. Planning and Design of Airports / R. Horonjeff // Учебное пособие. – 2010. – № 1.
5. Foster N. Stansted Airport Architectural Concept / N. Foster // Архитектурный журнал. – 1991. – № 1.
6. IATA. Air Transport Statistics / International Air Transport Association // International Air Transport Association. – 2023. – № 1.
7. ICAO. Airport Planning Manual / International Civil Aviation Organization // International Civil Aviation Organization. – 2018. – № 1.
8. Sustainable airport architecture research // Научный журнал по архитектуре. – 2020. – № 1.
9. Green airport design studies // Экологическая архитектура. – 2021. – № 1.
10. Passenger terminal circulation research // Транспортная архитектура. – 2019. – № 1.
11. Transport infrastructure architecture studies // Градостроительство и архитектура. – 2020. – № 1.
12. Airport urbanism research // Урбанистика. – 2022. – № 1.
13. Environmental airport design research // Экологическое проектирование. – 2021. – № 1.

14. Contemporary airport architecture // Современная архитектура. – 2023. – № 1.
15. Global aviation infrastructure research // Международная транспортная инфраструктура. – 2022. – № 1.
16. Sustainable transport architecture // Устойчивая архитектура. – 2021. – № 1.
17. International airport planning research // Международное планирование аэропортов. – 2023. – № 1.

Modern world airport architecture

Panchenko A.D., Lyapicheva A.D., Nikitina A.A.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines contemporary trends in airport architectural design as key elements of transport infrastructure. A comparative analysis of foreign and Russian architectural solutions for passenger airports is conducted. Special attention is given to various scientific approaches to the formation of airport architecture, as presented in the works of both international and domestic researchers. Based on the analysis of planning, functional, and compositional solutions, the main directions for the development of terminal architecture are identified.

Keywords: airport architecture, passenger terminal, transport infrastructure, typology of airports.

References

1. Ashford N. Airport Engineering: Planning, Design and Development of 21st Century Airports / N. Ashford // Study guide. - 2011. - № 1.
2. Edwards B. Airport Architecture / B. Edwards // Study guide. - 2005. - № 1Graham A. Managing Airports.
3. Kazda A., Caves R. Airport Design and Operation / A. Kazda, R. Caves // Study guide. - 2015. - № 1.
4. Horonjeff R. Planning and Design of Airports / R. Horonjeff // Study guide. - 2010. - № 1.
5. Foster N. Stansted Airport Architectural Concept / N. Foster // Architectural Journal. - 1991. - № 1.
6. IATA. Air Transport Statistics / International Air Transport Association // International Air Transport Association. – 2023. – № 1.
7. ICAO. Airport Planning Manual / International Civil Aviation Organization // International Civil Aviation Organization. – 2018. – № 1.
8. Sustainable airport architecture research // Scientific journal on architecture. – 2020. – № 1.
9. Green airport design studies // Ecological architecture. – 2021. – № 1.
10. Passenger terminal circulation research // Transport architecture. – 2019. – № 1.
11. Transport infrastructure architecture studies // Urban development and architecture. – 2020. – № 1.
12. Airport urbanism research // Urban studies. – 2022. – № 1.
13. Environmental airport design research // Ecological design. – 2021. – № 1.
14. Contemporary airport architecture // Contemporary architecture. – 2023. – № 1.
15. Global aviation infrastructure research // International transport infrastructure. – 2022. – № 1.
16. Sustainable transport architecture // Sustainable architecture. – 2021. – № 1.
17. International airport planning research // International airport planning. – 2023. – № 1.

Оценка прочностных характеристик модифицированного бетона на основе диатомита методом статического расчета

Йорданос Могсе Гирма
аспирант, Российский университет дружбы народов (РУДН), Аддис-Абебский университет науки и технологий, yordanosmoges1379@gmail.com,

Рынковская Марина
доцент, Российский университет дружбы народов (РУДН), rynkovkova_mi@pfur.ru,

Абубакар Сидики Траоре
аспирант, Московский государственный университет гражданского строительства, sikart37@gmail.com

В мире существует множество месторождений диатомита, но месторождения высокой чистоты, пригодные для коммерческого использования, встречаются редко. Эфиопия обладает значительными запасами диатомита по всей стране, общие запасы составляют более 40 миллионов тонн. В связи с ростом стоимости цемента поиск альтернативных материалов, таких как диатомит, пригодный для производства бетона, является важной глобальной проблемой. В данной научной работе проведен сравнительный анализ деформированного состояния трехмерных нелинейных моделируемых бетонных кубов, изготовленных из мелкозернистого бетона с добавлением 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% диатомита в качестве частичной замены цемента. Результаты статического расчета бетонных кубов различного состава методом конечных элементов при действии контрольной силы 400 кН оказались следующими: - максимальные напряжения составляют 49,366 МПа, 49,374 МПа и 49,279 МПа при отсутствии трещин для образцов с добавлением 0%, 5%, 7,5% диатомита соответственно; - максимальное напряжение составляет 49,532 МПа при наличии наклонных и продольных трещин для образца с добавлением 10% диатомита; - максимальное напряжение составляет 50,457 МПа при разрушении образца с добавлением 12,5% диатомита. Таким образом, был сделан вывод, что диатомит из Эфиопии способен заменить цемент до 10%, улучшая свойства модифицированного бетона.

Ключевые слова: диатомит, сжатие, напряжение, деформация, прочность на растяжение, трещины.

Introduction

Currently, the construction of buildings and structures in Ethiopia requires significant construction costs and slow progress, as cement is scarce and expensive on the market. Concrete is one of the main materials in the construction industry, and its use will increase in the future, as will the areas in which it is used. As construction quality requirements increase, there is a natural need for building materials that can be produced at a relatively low cost while maintaining high quality and durability [1]. In order to solve the above problem, it is necessary to use affordable cementitious materials such as diatomite, as Ethiopia has significant diatomite resources throughout the country that can be used as natural active additives to dry construction mixtures.

Diatomite is a sedimentary rock consisting mainly of the skeletons of microscopic single-celled aquatic plants called diatom algae [2] [3]. The results of X-ray fluorescence spectroscopy (XRF) (Shimadzu, EDX-720) showed the chemical composition of diatomaceous rock to be silicon dioxide (70.77%), zirconium dioxide (11.28%) and iron oxide (9.02%) [4]. Diatomite contains amorphous silica, which is why it is often used as a pozzolanic additive in cement mortars and concretes [4] [5]. From an economic point of view, the use of diatomite as an active additive to cement for concrete production allows savings of up to 15% of cement per 1 m^3 of mixture [1].

Diatomite concrete is a type of concrete that includes diatomite as an additive or partial replacement for traditional materials such as cement or aggregates. The inclusion of diatomite improves the thermal insulation properties of concrete by increasing thermal insulation and reducing heat flow, increases durability by reducing porosity and increasing resistance to chloride penetration and frost resistance, and can also lead to increased compressive strength. In [6], it was proven that adding diatomite to concrete significantly (i.e., 3 times more than in conventional concrete) increases resistance to chloride ion penetration by reducing the porosity of the concrete. According to microstructure analysis, SiO2 in diatomite can react with CH to form C-S-H. C-S-H is responsible for the formation of concrete, as it fills pores and cracks, forms a lamellar structure and makes the concrete much denser, thereby improving its macroscopic characteristics and microstructure [7]. However, if not properly cared for, diatomite can negatively affect the frost and thaw resistance of concrete due to its effect on the air-void system.

According to [8], recycled diatomaceous earth from the wine, beer and oil industries can be used as additional binding materials in cement-based mixtures. The study evaluated the compressive strength, durability and pozzolanic activity of the mixtures over 7, 28 and 90 days of hydration. The results showed that uncalcined diatomaceous algae from wine and oil exhibited lower compressive strength than natural diatomite, while calcination at 500 °C significantly improved the characteristics. Diatomaceous algae from beer exhibited the lowest mechanical strength due to the organic matter content in their composition. The addition of quicklime did not increase the pozzolanic activity in uncalcined diatomaceous algae, but calcination at 500 °C improved the long-term characteristics, highlighting the importance of heat treatment for activating the pozzolanic properties of diatomaceous algae. The study concluded that processed diatomaceous algae, especially after calcination, have potential as environmentally friendly cementitious materials [8].

Studies [9] [10] showed that diatomite is a multifunctional industrial mineral. The mineral was used not only as a thermal insulation material in buildings, but also as an absorbent for olive oil production waste. Studies [11] [12] confirm that the critical properties of any type of concrete are the static modulus of elasticity (Ec) and compressive strength (fc), which can be determined by destructive testing. However, in order to take into account the strength characteristics of modified concrete in the software environment, a special model should be created for which the values of Ec and fc are entered into the system manually. In order to obtain the most reliable results, in addition to Ec and fc, additional parameters such as the flexural strength (fr) and tensile strength (f2c2) can be taken into account. Although this calculation plans to use a static load, it is important to note that the most commonly used type of load in structural calculations is dynamic, i.e. as in [13].

In this work, the early results of laboratory tests on the partial replacement of cement with diatomite from Ethiopia were confirmed using the Finite Element Method (FEM), i.e., a static calculation to confirm the maximum proportion of diatomite to cement so that the modified concrete passed the calculation for the first limit state. Experimental tests were carried out using a dynamic load of 0 to 400 kN for four samples. The test results were as follows:

- no cracks for samples with 0%, 5% and 7.5% diatomite content, respectively; inclined and longitudinal cracks for the sample with 10% diatomite content; destruction of the sample with 12.5% diatomite content.

Research Methodology

Initial data for calculation

According to experimental data, there are five samples: a control sample and samples with 5%, 7.5%, 10% and 12% diatomite. Using the compressive strength values (fc') obtained by a compressor in the laboratory, we were able to calculate the modulus of elasticity (Ec), tensile strength (fr) and flexural strength (f2c2). The following formulas were used in accordance with ACI 318-19 and fib MC 2010:

$$\rho = \frac{m}{v}; \quad (1)$$

$$E_c(psi) = 57000\sqrt{f_c'}; \quad (2)$$

$$f_r(psi) = 7{,}5\sqrt{f_c'}; \quad (3)$$

$$f_{2c2}(psi) = \left(1{,}2 - \frac{f_c'(MPa)}{1000}\right) f_c'; \quad (4)$$

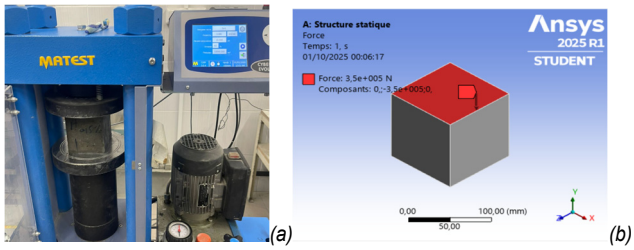
Table 1.1
Concrete properties

	Density, kg/m3	Compressive strength, fc', MPa	Modulus of elasticity, Ec, MPa	Bending strength, fr, MPa	Tensile strength, f2c2, MPa
Concrete without diatomite	2309	55,20	35177	4,63	63,19
Concrete with diatomite 5%	2425	57,72	35972	4,73	65,93
Concrete with diatomite 7.5%	2426	61,87	37244	4,90	70,42
Concrete with diatomite 10%	2341	52,90	34436	4,53	60,68
Concrete with diatomite 12.5%	2341	40,75	30224	3,98	47,24

Other parameters for calculation: Poisson's ratio v=0.2, expansion angle α=30°.

Calculation Model

The ANSYS 2025 software and computing complex was used for the calculation. The calculation model is a concrete cube without reinforcement, measuring 10x10x10 cm. The absence of reinforcing bars is due to the fact that, in addition to calculating the strength of the structure, it was necessary to determine the concrete grade in laboratory conditions B40. The triangulation step was taken to be 0.01 m. The structure is rigidly fixed at the bottom surface and loaded with a critical concentrated force of 350 kN.



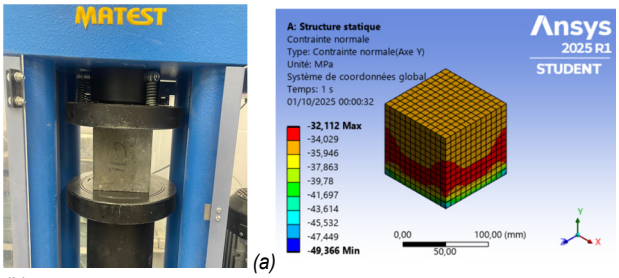
(a) (b)

Fig. 1.1. (a) Test diagram. (b) Calculation diagram.

The boundary conditions were set as follows: Ultimate plastic deformation under compression – 0.01; Limit of plastic deformation under tension – 0.2; relative stress under nonlinear hardening – 0.4; Residual relative deformation under compression – 0.2; Residual relative stress under tension – 0.2.

Result Analysis and Discussion

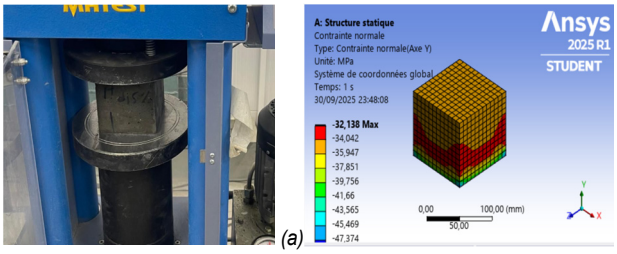
Stress in concrete refers to internal forces acting within the material under the influence of external loads. For structural designers, it is important that stresses in structures are minimal, i.e. the less internal forces in structures, the better they resist failure. According to the strength condition, the maximum actual stress in structures must not exceed the required stress, i.e. the strength limit.



(a) (b)

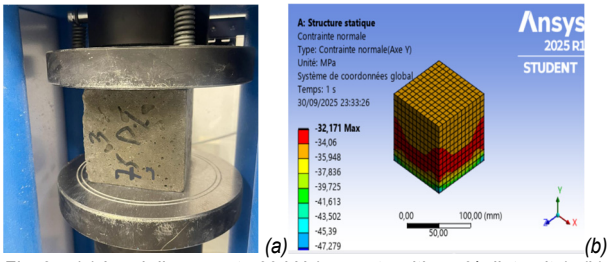
Fig. 2.2 (a) Load diagram at 400 kN (concrete without diatomite). (b) Stress diagrams at 400 kN (concrete without diatomite)

Fig. 2.2 (a) shows a test specimen that can withstand a load of 400 kN. This is due to the fact that the concrete used is high-strength (B40), which has a strength limit of about 50 MPa. According to the stress diagrams (Fig. 2.2. (b)), the specimen cannot crack because the actual maximum stress of 49.366 MPa is lower than the limit value of 55.2 MPa (Table 1.1). It can be noted that the lower part of the specimen is more compressed with a maximum stress of 49.366 MPa, most likely due to its own weight.



(a) (b)

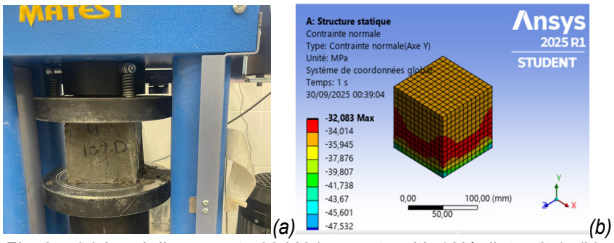
Fig. 2.3 (a) Load diagram at 400 kN (concrete with 5% diatomite). (b) Stress diagrams at 400 kN (concrete with 5% diatomite)



(a) (b)

Fig. 2.4 (a) Load diagram at 400 kN (concrete with 7.5% diatomite). (b) Stress diagrams at 400 kN (concrete with 7.5% diatomite)

Figs. 2.3-2.4 (a) show samples (with 5% and 7.5% diatomite) that also did not deform under a load of 400 kN. The corresponding stress diagrams (Fig. 2.3-2.4 (b)) fully justify the test results (Fig. 2.3-2.4 (a)). The structures were crack-free, since the maximum stresses (47.374 MPa and 47.279 MPa for concrete with 5% and 7.5% diatomite, respectively) did not exceed the limit values of 57.72 MPa and 61.87 MPa (Table 1.1).

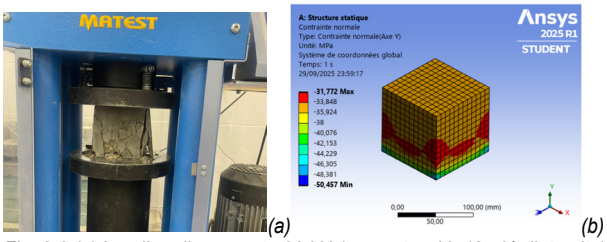


(a) (b)

Fig. 2.5 (a) Load diagram at 400 kN (concrete with 10% diatomite). (b) Stress diagrams at 400 kN (concrete with 10% diatomite)

Fig. 2.5 (a) shows a sample (with 10% diatomite) in which vertical and inclined cracks form under a load of 400 kN. The corresponding stress diagrams (Fig. 2.5 (b)) confirm the test results (Fig. 2.5 (a)). The structure is not destroyed, but has cracks, since the maximum stresses (47.532 MPa) in the structures do not exceed the limit of 52.9 MPa (Table 1.1). It is important to note that the strong compression of the lower part of the samples (Fig. 2.3-2.5 (b)) does not depend on the effect of diatomite, but on the influence of the samples' own weight and the weight of the equipment. According to the stress diagrams, diatomite has the most positive effect when cement is partially

replaced by 7.5%. The effect of diatomite is its ability to reduce the volume of water, which makes the concrete more durable. When replacing 5% of the cement, we obtain a similar result in terms of chemical and mechanical properties as with a 7.5% replacement. The only drawbacks of replacing 5% of cement with diatomite are the lower economic benefits, since a 5% replacement of cement is insignificant compared to 7.5%. As for the sample with 10% diatomite, it is the most economical option, since a 10% replacement of cement with diatomite is more significant than 7.5%.



(a) (b)

Fig. 2.6 (a) Loading diagram at 400 kN (concrete with 12.5% diatomite). (b) Stress diagrams at 400 kN (concrete with 12.5% diatomite)

Fig. 2.6 (a) shows a sample (with 12.5% diatomite) breaking in an unusual way (at 400 kN) - the formation of longitudinal and inclined cracks due to friction on the support planes. According to the stress diagrams (Fig. 2.6 (b)), the lower part of the sample is more compressed due to its own weight and the weight of the press. From this, it can be assumed that the sample (with 12.5% diatomite) fails starting from the lower zone due to weakness associated with a reduction in the amount of cement in the concrete. As a result of the test, the sample (Fig. 2.6 (a)) fails under the action of the spreading reaction forces that arise in the lower zone. It should be noted that the model in Fig. 2.6 (b) represents only the distribution of stress diagrams, not a deformed diagram. From the point of view of chemical composition, the presence of 12.5% cement in the concrete had a negative effect on the properties of the concrete mix. Diatomite greatly reduced the volume of water and made the concrete less mobile and workable, as a result of which such concrete may have bubbles that are sources of its destruction.

Conclusion

Thus, analysis of the results of static calculations showed that modified concrete based on Ethiopian raw materials (diatomite) improves the properties of concrete at certain proportions (no more than 10% replacement of cement with diatomite). This is due to the fact that the maximum stresses occurring in samples with diatomite (5%, 7.5%, 10%) are lower than in concrete without diatomite. According to the results of this study, when cement is partially replaced with diatomite by more than 10%, the chemical and mechanical properties of concrete deteriorate, i.e. concrete loses strength due to non-compliance with normal setting conditions. However, it is important to note that the consumption of partial cement replacement strictly depends on the chemical composition of the diatomite used, namely on the proportion of calcium oxide (CaO). Diatomites with a high calcium oxide content (such as those from Ethiopia) can replace up to 10% of cement with or without the use of superplasticisers.

From an economic point of view, partial replacement of cement with diatomite leads to a reduction in the total price of cementitious materials for concrete mixes, since diatomite is mainly obtained free of charge in Ethiopia due to its widespread distribution. Therefore, it can be assumed that with n% replacement of cement with diatomite, n% of the cost of cement can be saved.

Assessment of the strength characteristics of modified concrete based on diatomite by static calculation

Jordanos M.G., Rynkovskaya M., Abubakar S.T.
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Addis Ababa University of Science and Technology

JEL classification: L61, L74, R53

There are many deposits of diatomite in the world, but deposits of high purity suitable for commercial use are rare. Ethiopia has significant diatomite resources throughout the country with total reserves of over 40 million tons. Due to the rising cost of cement, the search for alternative materials such as diatomites suitable for concrete production is an important global problem. In this scientific work, a comparative analysis of the deformed state of a three-dimensional nonlinear simulated concrete cubes made of fine-grained concrete with the inclusion of 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% diatomite as a partial replacement for cement. The results of the static calculation of concrete cubes of different compositions by the finite element method for the action of a control force of 400 kN turned out to be as follows: - the maximum stresses are 49.366 MPa, 49.374 MPa and 49.279 MPa in the absence of cracks for samples with the inclusion of 0%, 5%, 7.5% diatomite, respectively; - the maximum stress is 49.532 MPa when the presence of inclined and longitudinal cracks for the sample with the inclusion of 10% diatomite; - the maximum stress is 50.457 MPa when the sample with the inclusion of 12.5% diatomite is destroyed. Consequently, it was concluded that diatomite from Ethiopia is able to replace cement by up to 10%, improving the properties of modified concrete.

Keywords: Diatomite, Compression, Stress, Deformation, Tensile strength, Cracks.

References

1. Cherkasov V. D., Cherkasov D. V., Moskaev S. A. Concretes based on portland cement with additives modified diatomite. Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Materials. Constructions. Technologies. 2025;(1):47–53. (In Russian). https://doi.org/10.25686/2542-114X.2025.1.47; EDN: MUDMZS
2. Nurhayat Değirmenci, Arin Yilmaz. Use of diatomite as partial replacement for Portland cement in cement mortars. “Construction and Building Materials”. January 2009. pp. 284–288. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.12.008
3. Nicolas CHARLES, Gaetan Lefebvre. Diatomite – Mémento. “BRGM/RP-68326-FR”. 2018. Pp.11-43
4. A. R. S. Macedo, A. S. Silva, D. S. da Luz, R. L. S. Ferreira, C. S. Lourenзo, U. U. Gomes. Study of the effect of diatomite on physico-mechanical properties of concrete. ” Ceramica” 66 (2020). pp. 50-55. http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132020663772561
5. Neha Sharma, Prashant Sharma, Sujit kr Verma. Influence of Diatomite on the properties of mortar and concrete: A Review. “IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering” 2021. Pp.1-6
6. A. Tagnit-Hamou, Karen Luke. Properties of Concrete Containing Diatomaceous Earth. “ACI Materials Journal”. January 2003. Pp.73-78
7. Chunqing Li, Guoyu Li, Dun Chen, Kai Gao, Yapeng Cao, Yu Zhou, Yuncheng Mao, Shanzhi Fan, Liyun Tang and Hailiang Jia. The Effects of Diatomite as an Additive on the Macroscopic Properties and Microstructure of Concrete. “Materials” 2023. pp.1-16. https://doi.org/10.3390/ma16051833
8. Carlos Rodriguez, Fernando Fernandez, Roberto Rodriguez, Marina Sanchez, Pablo Gómez, Felipe Martí, Miriam Hernández, Isabel Minano, Carlos Parra, Francisco Benito and Irene Belena. Properties of Cement-Based Materials Incorporating Ground-Recycled Diatom. “Crystals” 2024, 14, 1030. pp.2-16. https://doi.org/10.3390/cryst14121030
9. Stamatakis M. and Stamatakis G. THE USE OF DIATOMACEOUS ROCKS OF GREEK ORIGIN AS ABSORBENTS OF OLIVE-OIL WASTER. “Proceedings of the 12th International Congress” Patras, May, 2010. pp. 2739-2749
10. Houssem Hachemi, Chakib Seladji, Houti Farid Brahim. VALORISATION DE LA DIATOMITE DE SIG POUR L'ISOLATION THERMIQUE. NewMat’21 – 1st International Conference : New Trends on Innovative Construction Materials. ESSA - Tlemcen (Algeria)” March 2022. Pp.1-5
11. Nataliya Fedorova, Michael Medyankin and Sergey Fedorov. Strength of heavy concrete during static-dynamic deformation “IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1030 012046”. 2021. pp. 1-2. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012046
12. Jong Yil Park, Sung-Han Sim, Young Geun Yoon and TaeKeun Oh. Prediction of Static Modulus and Compressive Strength of Concrete from Dynamic Modulus Associated with Wave Velocity and Resonance Frequency Using Machine Learning Techniques. “Materials” Vol. 13, 2020. pp. 1-21. doi:10.3390/ma13132886
13. I. MARZEC and J. TEJCHMAN. Computational modelling of concrete behaviour under static and dynamic conditions. “Bull. Pol.Ac.: Tech.” Vol. 61, No. 1, 2013. pp. 85-86

Сравнительный технико-экономический анализ составов бетонных смесей, армированных базальтовым волокном, для жилищного строительства в Замбии

Калуба Чеве
магистрант, Российский университет дружбы народов (РУДН),

Сафаа Хамуд
магистрант, Российский университет дружбы народов (РУДН),

Марина Рынковская
доцент, Российский университет дружбы народов (РУДН),

Мбеле Ндзана. М.Д.
магистрант, Российский университет дружбы народов (РУДН),

Марьям Сабери
магистрант, Российский университет дружбы народов (РУДН)

В данном исследовании оценивается применение базальтового фибробетона (БФБ) в жилищном строительстве в Замбии для решения проблем дефицита жилья и долговечности в тропических условиях. Было протестировано одиннадцать составов с различным содержанием волокон (0,1-1,0%) и длиной (18 мм, 36 мм) при водоцементном соотношении 0,50. Оптимальные характеристики были достигнуты при содержании волокна 0,2-0,3%: прочность на сжатие улучшилась на 6,3-8,6%, прочность на изгиб увеличилась на 27,4-38,6%, а прочность на растяжение при раскалывании — на 24,3%. Усадка при сушке уменьшилась на 19,2-25,6%, что повысило трещиностойкость при циклическом перепаде влажности. Экономический анализ с использованием цен на материалы в Замбии показал, что добавление 0,2% базальтового волокна (97,65 долл. США/м³, +42,6% стоимости) позволило достичь индекса экономической эффективности 64,3, что представляет собой оптимальный баланс производительности и стоимости. Сравнение с литературными данными подтверждает, что базальтовый фибробетон обладает превосходной экологичностью по сравнению с альтернативами из стального волокна: в 2,46 раза меньшие производственные затраты и в 1,21 раза меньшие выбросы CO_2. Исследование рекомендует дозировку волокна 0,2% длиной 18 мм для применения в жилых зданиях Замбии, что потенциально может увеличить срок службы на 20-40% за счет уменьшения усадки и трещиностойкости при сохранении экономической целесообразности.

Ключевые слова: Базальтовый фибробетон, БФБК, экономическая эффективность, механические свойства, долговечность, Замбия, развивающиеся страны, устойчивое строительство, армирование волокнами, экономический анализ.

Introduction

Zambia faces mounting pressure from accelerating urban expansion. The urban population grows at approximately 4.1-4.25% annually, while the total housing deficit has reached 1.5 million dwelling units, creating an urgent need for construction materials that combine durability with financial accessibility [1]. Conventional plain concrete, despite its widespread availability throughout the country, exhibits fundamental limitations: inherent brittleness and poor tensile performance render it vulnerable under Zambia's tropical environmental conditions, characterized by pronounced seasonal wet-dry cycles, temperature fluctuations spanning 20-25°C between seasons, and aggressive weathering exposure [2].

Globally, basalt fiber-reinforced concrete has attracted increasing attention as a viable enhancement strategy. The production process involves melting naturally occurring volcanic basalt rock at temperatures between 1,400-1,500°C and extruding the molten material through platinum-rhodium nozzles to form continuous mineral filaments, requiring no chemical additives [3]. Industry forecasts indicate robust market expansion, with the global basalt fiber sector projected to reach USD 1 billion by 2035, driven primarily by construction applications [4]. However, experimental validation of BFRC performance using locally available Zambian construction materials remains notably absent from the published scientific literature.

The challenge of sourcing affordable, durable construction materials extends beyond Zambia's borders, representing a fundamental obstacle to infrastructure development across Africa, Asia, and Latin America. Research communities worldwide have responded through exploration of locally available waste materials and industrial by-products as viable construction components. In numerous African nations, agricultural waste streams–historically viewed as disposal burdens–have emerged as promising cement replacements and aggregate substitutes, offering dual benefits of environmental management and construction cost reduction [5].

Investigations conducted across Malaysia, India, and Nigeria demonstrate that groundnut shell ash, rice husk ash, and sugarcane bagasse ash can partially replace fine aggregates or cement while maintaining structural integrity. These approaches share conceptual alignment with basalt fiber reinforcement: both strategies leverage locally available resources to address regional construction challenges through material innovation rather than importation of expensive conventional additives. The economic viability proves particularly critical in contexts where cement costs consume disproportionate shares of construction budgets–a circumstance equally applicable to Zambia and numerous peer developing economies.

Afghan researchers recently examined recycled concrete aggregate utilization as a response to post-conflict reconstruction demands, where massive debris volumes from damaged structures presented simultaneous environmental and economic challenges [6]. Their findings revealed that strategic incorporation of processed construction waste could reduce virgin material consumption by 20-50% without compromising load-bearing capacity, demonstrating how crisis conditions can catalyze innovative material practices.

These parallel research trajectories illuminate broader patterns: developing regions increasingly recognize that sustainable construction demands context-specific solutions rather than wholesale adoption of industrialized-nation practices. Where basalt fiber addresses Zambia's specific combination of climatic aggression and housing shortage, agricultural waste and recycled materials respond to distinct regional resource profiles and infrastructure priorities elsewhere. The shared underlying principle–optimization of locally available materials through rigorous scientific validation–represents convergent evolution in construction materials research across developing economies.

Materials and Experimental Programme

The investigation utilized Portland cement complying with EN 197-1 CEM I 42.5N specifications, locally procured river sand and crushed stone aggregates with a maximum nominal particle size of 20 mm, and commercially supplied chopped basalt fibers available in two distinct lengths: 18 mm and 36 mm. The fibers exhibited key technical properties including minimum tensile strength of 2,000 MPa, elastic modulus ranging from 79 to 93 GPa, and density of 2.65 g/cm³ [7]. Figure 1 shows 18 mm and 36 mm thick basalt fiber samples showing fiber geometry and surface morphology to

illustrate the characteristics of the material before it is added to concrete mixtures

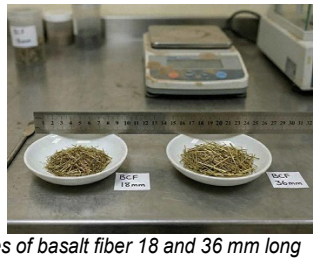


Figure 1 – Samples of basalt fiber 18 and 36 mm long

The experimental matrix comprised eleven formulations: a single plain concrete control (designated M0) and ten fiber-reinforced variants. The testing program prioritized comprehensive characterization of 18 mm fiber compositions across five dosage levels (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.5%, and 1.0% by volume), with supplementary evaluation of 36 mm fibers at selected dosages to assess fiber geometry effects. All mixtures maintained constant water-to-cement ratio of 0.50 and targeted 28-day cube compressive strength of approximately 30 MPa, corresponding to C25/30 grade concrete commonly specified in residential projects. Fiber mass additions ranged from 2.65 kg/m³ at the lowest dosage to 26.50 kg/m³ at the highest.

Testing procedures adhered to British Standards BS EN 12390 series protocols for compressive strength, splitting tensile strength, and flexural strength determinations. Fresh concrete workability was evaluated using the slump test according to BS EN 12350-2, while unrestrained drying shrinkage measurements followed BS ISO 1920-8 procedures [8]. Figure 2 shows laboratory test equipment. Data analysis employed one-way analysis of variance (ANOVA) with significance threshold set at $\alpha = 0.05$.

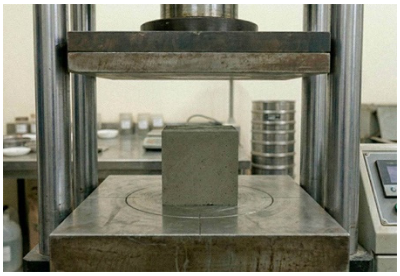


Figure 2 – Laboratory testing equipment

Workability and Fresh Properties

Workability measurements demonstrated an inverse correlation between fiber content and slump values. The control formulation (M0) recorded 85 mm slump. Introduction of 0.1% fiber (18 mm length) reduced slump to the 75-78 mm range, maintaining acceptable workability for conventional placement methods. At 0.2% fiber loading, slump decreased to 62-68 mm. A threshold transition occurred at 0.3% dosage where slump fell to 52-58 mm, while 0.5% and 1.0% additions produced slumps of 38-45 mm and 18-25 mm respectively, necessitating mechanical vibration to achieve proper consolidation.

These observations correspond with patterns documented in the broader BFRC research literature, where similar workability reductions (7-65% slump loss for 0.05-0.5% fiber content) have been reported [9]. For Zambian construction contexts where mixing equipment capabilities may be limited, fiber contents exceeding 0.3% would likely require plasticizer admixtures, introducing additional material expenses.

Mechanical Performance Analysis

Twenty-eight-day compressive strength results showed that the 0.1% dosage with 18 mm fibers achieved 31.2 MPa, representing a 3.4% improvement over the control value of 30.2 MPa. The 0.2% fiber content yielded 32.1 MPa (6.3% gain). Maximum compressive performance occurred within the 0.25-0.30% fiber range, consistent with meta-analytical studies identifying 0.3% as a global optimum [10]. The M3-18 composition attained 32.8 MPa, an 8.6% strength increase. Beyond this threshold, performance gains diminished markedly: M5-18 yielded 29.5 MPa (representing a 2.3% reduction from control), while M10-18 declined further to 28.5 MPa (5.6% reduction) due to fiber agglomeration and increased void content at excessive dosages.

Splitting tensile strength improvements proved more substantial than compressive strength gains. Control concrete recorded 2.35 MPa, while 0.1% fiber raised this to 2.58 MPa (9.8% increase). Progressive improvements continued through the 0.3% dosage level (2.92 MPa, 24.3% enhancement), reaching 3.18 MPa at 0.5% fiber content (35.3% gain).

Flexural strength exhibited the strongest response to fiber addition. The M0 baseline flexural strength of 4.20 MPa increased to 4.78 MPa with 0.1% fiber (13.8% gain), 5.35 MPa at 0.2% (27.4% improvement), and 5.82 MPa at 0.3% (38.6% enhancement). Maximum performance occurred at 0.5% dosage with 36 mm fibers: the M5-36 composition reached 6.45 MPa, representing a 53.6% improvement over control. Load-deflection curve analysis confirmed substantial toughness enhancement at fiber contents at or above 0.3%.

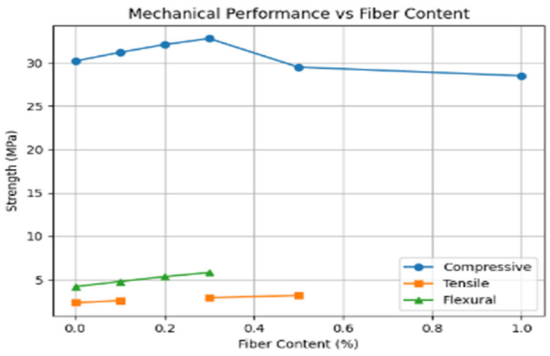


Fig 3 -Mechanical performance vs Basalt fiber (BF) content

Literature-based comparative assessment confirms BFRC offers superior sustainability compared to steel fiber alternatives. Published data indicate that basalt fiber concrete requires 2.46 times lower production costs and generates 1.21 times reduced CO_2 emissions relative to equivalent steel fiber reinforced formulations [11].

Durability Characteristics

Unrestrained drying shrinkage measurements at 56 days revealed systematic reductions correlating with fiber content. Control specimens exhibited 485 microstrain, whereas 0.1% fiber reduced this to 448 microstrain (7.6% improvement). Progressive benefits continued: the 0.2% dosage achieved 392 microstrain (19.2% reduction), 0.3% yielded 361 microstrain (25.6% reduction), and 0.5% produced 318 microstrain (34.4% decrease).

Visual crack monitoring provided supporting evidence of enhanced crack resistance: control specimens developed visible surface cracks measuring 0.10-0.15 mm width by 28 days under ambient laboratory drying conditions, whereas fiber-reinforced variants displayed no visible cracking until 42-56 days, with maximum crack widths constrained to 0.05 mm. These durability enhancements carry particular relevance for Zambian climatic conditions, where pronounced seasonal wet-dry cycling accelerates concrete deterioration through cyclic moisture movement and thermal stress [12].

Economic Analysis and Cost-Efficiency Assessment

Material cost calculations incorporated 2024-2025 Zambian market pricing data: ordinary Portland cement priced at approximately USD 6.00-6.50 per 50 kg bag, local aggregates at USD 8-10 per tonne, and basalt fiber at USD 5.50-7.00 per kilogram. Cost estimates employed the lower fiber price bound (USD 5.50/kg) to provide conservative economic projections [13]. Unit costs per cubic meter calculated as follows:

- M0 (control): USD 68.50;
- M1-18 (0.1% fiber, 18 mm): USD 83.08 (+21.3%);
- M2-18 (0.2% fiber, 18 mm): USD 97.65 (+42.6%);
- M3-18 (0.3% fiber, 18 mm): USD 112.23 (+63.8%);
- M5-18 (0.5% fiber, 18 mm): USD 141.38 (+106.4%)

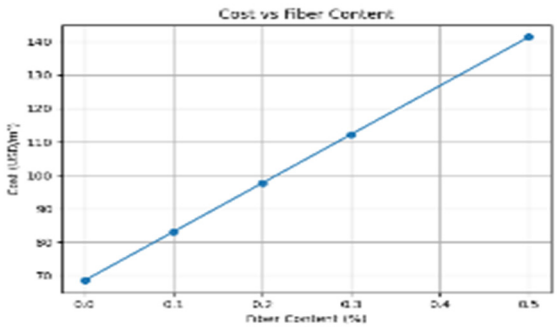


Fig 4. Cost vs fiber content graph

Cost-efficiency analysis employed the index formulation:

$$CEI = [(\Delta f_r / f_{r,0}) / (\Delta C / C_0)] \times 100, [1]$$

where flexural strength served as the primary performance metric given its strong fiber response and relevance to structural applications. This calculation yielded:

- M1-18: CEI = 64.9;
- M2-18: CEI = 64.3;
- M3-18: CEI = 60.5.

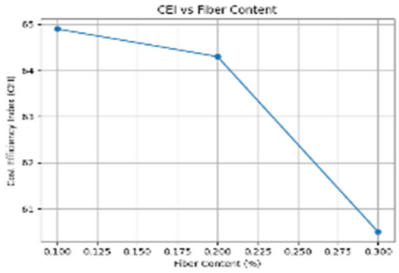


Fig 5. CEI vs Fiber content

While M1-18 achieved marginally higher CEI (64.9), M2-18 is recommended based on its substantially greater flexural strength improvement (27.4% versus 13.8%), delivering superior structural performance despite the slightly lower efficiency index. The declining CEI trend at higher dosages (M3-18 = 60.5) reflects the accelerating cost increase outpacing performance gains beyond the 0.2% threshold.

Environmental impact calculations utilizing published emission factors indicate basalt fiber concrete offers favorable sustainability profile compared to conventional reinforcement alternatives [14].

Optimal Mix Design Recommendation for Zambia

Integrated technical-economic evaluation supports recommending fiber content within the 0.2-0.3% range by volume using 18 mm fiber length as the optimal configuration for Zambian residential construction applications.

Primary recommendation: M2-18 (0.2% fiber, 18 mm length). Performance characteristics:

- Compressive strength: 32.1 MPa (+6.3% improvement);
- Flexural strength: 5.35 MPa (+27.4% improvement);
- Workability: 62-68 mm slump–acceptable without chemical admixtures;
- Material cost: USD 97.65/m³ (+42.6% cost premium);
- Shrinkage reduction: 19.2% - Cost-efficiency index: 64.3.

While the M1-18 formulation achieves a marginally higher cost-efficiency index of 64.9, the M2-18 composition is recommended based on its substantially greater flexural strength improvement (27.4% compared to 13.8%), which provides meaningfully better structural performance and crack resistance under service loading conditions.

Alternative recommendation: M3-18 (0.3% fiber, 18 mm length). For applications demanding maximum flexural capacity:

- Flexural strength: 5.82 MPa (+38.6% improvement);
- Material cost: USD 112.23/m³ (+63.8% cost premium);
- Cost-efficiency index: 60.5.

Implementation considerations include introducing dry fibers before water addition during mixing, extending mixing duration by 30-60 seconds to ensure uniform fiber dispersion, and employing mechanical vibration for adequate consolidation at dosages at or above 0.3% [15].

Conclusions

This comparative investigation establishes that basalt fiber reinforcement within the 0.2-0.3% volume fraction range delivers an optimal combination of mechanical performance enhancement, durability improvement, and economic feasibility for Zambian residential construction applications. The observed 27-39% flexural strength gains and 19-26% shrinkage reductions directly address the fundamental vulnerabilities of plain concrete when exposed to tropical environmental conditions, while the associated 43-64% cost premiums remain economically justifiable when service life considerations are incorporated into project evaluation.

BFRC technology demonstrates clear advantages relative to steel fiber alternatives: reduced material requirements, superior corrosion resistance, lower embodied carbon emissions, and comparable mechanical performance at competitive cost levels. For Zambia's housing sector confronting a 1.5 million unit shortage, basalt fiber reinforcement presents a scalable pathway toward improved structural durability without prohibitive cost escalation.

The recommended 0.2% fiber dosage adds approximately USD 29 per cubic meter–equivalent to 1.8-2.2% of typical residential construction project costs–while potentially extending structural service life by 20-40% (extrapolated from the observed 19-26% shrinkage reduction and enhanced crack resistance) and reducing anticipated maintenance requirements by an estimated 15-25% over a 50-year evaluation horizon due to improved crack resistance. This value proposition positions BFRC as both a technically sound and economically rational advancement in Zambian concrete construction practice.

Contextualizing these findings within broader sustainable construction research across developing economies reveals convergent evolution toward material optimization strategies. While Zambian conditions favor basalt fiber enhancement, parallel investigations in Afghanistan, Nigeria, and Malaysia demonstrate that locally available agricultural wastes, industrial by-products, and recycled materials can similarly address regional construction challenges through scientific validation and economic optimization. The shared underlying methodology–rigorous experimental characterization coupled with cost-benefit analysis–provides a replicable framework for material innovation in resource-constrained environments worldwide.

Comparative technical and economic analysis of basalt fiber-reinforced concrete mix designs for residential construction in Zambia

Kaluba Chewe, Safaa Hamoud, Rynkovskaya M., Mbele Ndzana. M.D. Maryam Saberi
People's friendship University of Russia (RUDN)

JEL classification: L61, L74, R53

This study evaluates basalt fiber-reinforced concrete (BFRC) for residential construction in Zambia, addressing housing deficit and durability challenges under tropical conditions. Eleven formulations were tested, varying fiber content (0.1-1.0%) and lengths (18 mm, 36 mm) at water-to-cement ratio of 0.50. Optimal performance emerged at 0.2-0.3% fiber content: compressive strength improved 6.3-8.6%, flexural strength increased 27.4-38.6%, and splitting tensile strength gained 24.3%. Drying shrinkage decreased 19.2-25.6%, enhancing crack resistance under wet-dry cycling. Economic analysis using Zambian material prices showed 0.2% basalt fiber addition (USD 97.65/m³, +42.6% cost) achieved cost-efficiency index of 64.3, representing optimal performance-cost balance. Literature comparison confirms BFRC offers superior sustainability versus steel fiber alternatives: 2.46 times lower production costs and 1.21 times reduced CO_2 emissions. The study recommends 0.2% fiber dosage with 18 mm length for Zambian residential applications, potentially extending service life 20-40% based on shrinkage reduction and crack resistance while maintaining economic feasibility.

Keywords: Basalt fiber concrete, BFRC, cost-efficiency, mechanical properties, durability, Zambia, developing countries, sustainable construction, fiber reinforcement, economic analysis.

References

1. World Bank. Urban population growth (annual %) – Zambia. – URL: https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.GROW?locations=ZM
2. Chisanga, C. B.; Phiri, E.; Chinene, V. R. N. Trend analysis of rainfall from 1981 to 2022 over Zambia // Heliyon. – 2023. – Vol. 9, No. 11. – URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10700470/ (accessed: 02.04.2026).
3. Li, Z. N. et al. Research progress on properties of basalt fiber-reinforced cement concrete // Materials Today Communications. – 2022. – Vol. 33. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352492822016658
4. Precedence Research. Basalt Fiber Market Size to Hit USD 1,006.08 Million by 2035. – 2025. – URL: https://www.precedenceresearch.com/basalt-fiber-market
5. Somarriba Sokolova, L. N.; Ermakova, E. V.; Rynkovskaya, M. A Review of Agro-waste Materials as Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 371. – P. 012012. – URL: https://doi.org/10.1088/1757-899X/371/1/012012 (accessed: 02.04.2026).
6. Afghan, R.; Bakhshi, B. A.; Ahmadzai, A. Sh.; Dereje, L. S.; Rynkovskaya, M. I. Utilisation of recycled concrete in construction to mitigate environmental impact: the case of Afghanistan // Ekonomika Stroitelstva. – 2025. – No. 5. – P. 545–548.
7. Basalt Engineering. Chopped Basalt Fiber for Concrete. – URL: https://www.basalt-usa.com/products/chopped-fiber/ (accessed: 02.04.2026).
8. BS EN 12390-3:2019. Testing Hardened Concrete. – Brussels: CEN, 2019.
9. Ahmad, J. et al. Fresh, mechanical, and durability properties of basalt fiber-reinforced concrete: A review // Developments in the Built Environment. – 2023. – Vol. 14. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666165923000376
10. Almohammed, F. et al. Empirical models for compressive and tensile strength of basalt fiber reinforced concrete // Scientific Reports. – 2023. – URL: https://www.nature.com/articles/s41598-023-47330-2 (accessed: 02.04.2026).
11. Sun, J. et al. Comparative study on the properties of basalt and steel fiber reinforcement waste rock concrete // Scientific Reports. – 2025. – URL: https://www.nature.com/articles/s41598-025-99292-2 (accessed: 02.04.2026).
12. Zheng, Y. et al. A review on durability of basalt fiber reinforced concrete // Construction and Building Materials. – 2022. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353822002615
13. ZambiaPrice. Current Price of Cement in Zambia (2024). – URL: https://www.zambiaprice.com/current-price-of-cement-in-zambia-today/
14. Ducontrary, M. et al. Sustainability of alternative reinforcement for concrete structures // Construction and Building Materials. – 2022. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061822011011
15. Guo, Q. et al. Investigation into the long-term alkali resistance of basalt fibers // Journal of Building Engineering. – 2024. – URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710224026731

Анализ особенностей эксплуатации объектов строительства на закарстованных территориях

Кирш Владислав Андреевич
магистр, Институт Архитектуры и строительства, кафедра "Экспертиза и эксплуатация объектов недвижимости", ВолгГТУ (ИАиС), v.kirsh2015@yandex.ru

В статье рассмотрены особенности эксплуатации объектов строительства на закарстованных территориях. Показано, что действующая нормативно-техническая база охватывает отдельные аспекты карстовой опасности, однако не обеспечивает комплексной оценки эксплуатационного состояния зданий. На основе анализа нормативных документов и научных исследований выявлены ключевые факторы, влияющие на поведение объектов при карстовых воздействиях. Предложена классификация факторов, объединяющая параметры основания, конструктивной схемы и условий эксплуатации. Отмечено, что учет локального характера провалов, гидрогеологических изменений и перераспределения усилий в конструкциях позволяет повысить обоснованность оценки эксплуатационных рисков и принимаемых решений.
Ключевые слова: карстовые процессы, закарстованные территории, эксплуатация зданий, карстовые провалы, деформации оснований, мониторинг, инженерно-геологические условия, гидрогеологические факторы, эксплуатационная надежность, классификация факторов.

Карстовые процессы являются одним из наиболее опасных видов инженерно-геологических явлений, оказывающих существенное влияние на условия строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Их развитие сопровождается образованием пустот, провалов и неравномерных деформаций оснований, что может приводить к повреждению конструкций и аварийным ситуациям.

Особую сложность представляет эксплуатация объектов строительства на закарстованных территориях, поскольку карстовые процессы носят локальный и трудно прогнозируемый характер. В отличие от многих других геологических факторов, карст может длительное время не проявляться, а затем реализовываться в виде резких деформаций или обрушений, что создает дополнительные риски для функционирования зданий и сооружений.

Проблема носит не только теоретический, но и практический характер, что подтверждается фактическими данными. Так, по результатам исследований, представленных в работе [1], в регионе Cuddapah Basin (Индия) карстовые провалы начали фиксироваться с 2007 года, при этом в последующие годы наблюдается увеличение их частоты. Наиболее показательный случай зафиксирован в 2017 году, когда произошло не менее 15 провалов за короткий промежуток времени.

Рисунок 1 – Фото провала 2017 г. Индия [1]

Таблица 1
Динамика карстовых провалов (Индия, Cuddapah Basin) [1]

Год	Количество провалов
2007	1
2015	≥3
2017	≥15

Аналогичные проблемы наблюдаются и в других странах. В частности, в США ежегодный экономический ущерб, связанный с карстовыми процессами, превышает 300 млн долларов, что включает повреждения зданий, инженерной инфраструктуры и транспортных сооружений.

Несмотря на наличие нормативно-технической базы, регулирующей вопросы строительства и эксплуатации объектов на закарстованных территориях, проблема обеспечения их надежной и безопасной эксплуатации остается недостаточно решенной. Требования распределены между несколькими нормативами и охватывают разные стадии жизненного цикла объекта: инженерную защиту, изыскания, проектирование и эксплуатацию. В результате создается широкое, но разрозненное регулирование, в котором отсутствует единый подход к оценке эксплуатационных характеристик зданий в условиях карста.

Наиболее детально карстовые процессы рассматриваются в [3], где основное внимание уделено расчету оснований на карстоопасных территориях. Область применения ограничена проектированием и реконструкцией зданий, тогда как вопросы эксплуатации напрямую не выделены. Ряд объектов, включая линейные сооружения и конструкции с динамическими нагрузками, в рассмотрение не включаются, что дополнительно сужает область применения положений.

Расчетная часть изложена достаточно подробно. Параметры карстовых деформаций предлагается определять с использованием численных и аналитических методов с учетом инженерно-геологических и гидрогеологических условий, а также их возможного изменения в течение срока службы сооружения. Тип деформации устанавливается через расчет геометрии карстовой полости и ее положения с учетом наиболее неблагоприятного сценария.

В приложениях приводятся зависимости для определения диаметра провала и предельных размеров полости. Граничное состояние принимается при коэффициенте запаса устойчивости, равном 1,0. Подобный подход позволяет оценить момент потери устойчивости основания и вероятность выхода деформации на поверхность, однако фокус сохраняется на поведении грунтового массива, без учета реакции конструктивной системы здания.

Отдельный блок посвящен мерам инженерной защиты. Выделяются конструктивные, геотехнические, водозащитные и планировочные решения. В качестве факторов, влияющих на развитие карста, рассматриваются изменения гидрогеологического режима: откачка подземных вод, замачивание грунтов, повышение скорости фильтрации, отсутствие водоупорных слоев. Эти положения отражают причины активизации процессов, но не формируют полного набора параметров, необходимых для оценки состояния здания в эксплуатации.

Вопросы наблюдений за процессами и состоянием сооружений также затронуты. Предусмотрен контроль осадок, деформаций, состояния грунтов, уровня и состава подземных вод. Для опасных территорий наблюдения ведутся на протяжении всего периода строительства и эксплуатации, для потенциально опасных не менее пяти лет после завершения строительства. В строительный период контроль выполняется не реже двух раз в месяц, при нестабильных показателях периодичность увеличивается. При этом мониторинг представлен как совокупность отдельных измерений, без их объединения в систему оценки эксплуатационного состояния.

Общие положения по защите территорий от опасных процессов приведены в [2]. Здесь задаются принципы наблюдений и контроля, включая геодезические измерения осадок, фиксацию трещин, контроль уровня подземных вод и состояния грунтов. Дополнительно вводится градация территорий по интенсивности провалообразования от значений более 1,0 случая на км² в год до менее 0,01. Используется и классификация по диаметру провалов: от менее 3 м до более 20 м. Эти параметры позволяют оценить степень опасности территории, однако применяются преимущественно при планировании застройки.

Требования к исходным данным формируются в [4], где основной акцент сделан на инженерно-геологических изысканиях. Регламентируется размещение и глубина скважин, плотность исследований и объем наблюдений. Например, шаг скважин может составлять около 20 м, глубина превышать расчетную отметку на 5–10 м, количество точек зондирования не менее шести. Подобные требования обеспечивают достаточную изученность площадки, но не направлены на оценку поведения объекта в эксплуатации.

Положения, относящиеся к эксплуатации, сосредоточены в [5] и [6]. Здесь устанавливаются сроки обследований: первое не позднее двух лет после ввода, далее с периодичностью 5–10 лет. После аварийных воздействий обследование должно проводиться в течение двух суток. Контролируются деформации, трещины и общее техническое состояние конструкций. Эти требования универсальны и не учитывают особенности карстовых процессов.

В итоге формируется ситуация, при которой отдельные элементы системы параметры карстовой опасности, характеристики основания и требования к обследованию зданий рассматриваются изолированно. Между расчетом карстовых деформаций и оценкой поведения здания в эксплуатации отсутствует связующее звено. Не учитываются такие моменты, как локальный характер провалов, влияние изменения гидрогеологических условий, перераспределение нагрузок в конструкциях и зависимость состояния объекта от режима эксплуатации.

Возникает разрыв между расчетной оценкой карстовой опасности и фактической эксплуатацией зданий. После рассмотрения нормативно-технической базы становится видно, что в действующих требованиях уже присутствует ряд факторов, влияющих на состояние объектов на закарстованных территориях.

Однако они распределены по разным нормативам и рассматриваются в основном раздельно: через параметры карстовой опасности, характеристики основания, требования к изысканиям и правила обследования.

Таблица 2

Эксплуатационные факторы оценки объектов строительства, отраженные в нормативно-техническое базе [Сформированы по результатам проведенного анализа нормативных источников]

Группа факторов	Факторы, отраженные в СП и ГОСТ
Геологические	наличие карстовых полостей, провалов, оседаний, категория устойчивости территории, диаметр провалов
Гидрогеологические	уровень подземных вод, химический состав вод, фильтрация, замачивание грунтов, наличие или отсутствие водоупора
Геотехнические	физико-механические свойства грунтов, прочность перекрывающей толщи, напряжения в основании
Изыскательские	глубина и шаг скважин, число точек зондирования, объем инженерно-геофизических исследований
Эксплуатационные	осадки, крены, трещины, обследования, сроки наблюдений, мониторинг деформаций
Защитные	конструктивные, геотехнические, водозащитные и планировочные мероприятия

Вместе с тем одной нормативной базы для оценки эксплуатационного состояния здания недостаточно. Нормы хорошо описывают территорию, основание и порядок наблюдений, но слабо связывают их с тем, как именно ведет себя сооружение при локальном карстовом воздействии.

В работе [7] внимание сосредоточено на городской территории как сложной природно-техногенной системе. Авторы показывают, что карст в Симферополе нельзя рассматривать только как геологический фон: более 90 % площади города сложено карбонатными породами разной степени закарстованности, участки подтопления охватывают до 30 % территории, суммарный расход 25 карстовых источников превышает 380 л/с, а средняя химическая денудация достигает 27 мкм/год, причем до 50 % ее связывается с антропогенной активизацией. Отдельно подчеркивается, что в периоды аномальных осадков провально-просадочные явления приводят к аварийным ситуациям, а активизация карста в городе связана с перепланировкой территории, перераспределением нагрузки и нарушением дренирования подземных вод.

На первый план здесь выходят факторы, которые в СП обозначены лишь частично: антропогенная активизация, изменение водного режима, накопленный эффект городской застройки и историческая изменчивость карстовой среды. Иными словами, в статье [7] объект эксплуатации рассматривается не изолированно, а как часть постоянно меняющейся урбанизированной территории.

Иной подход представлен в [8], где акцент сделан на расчетной стороне проблемы. Авторы исходят из того, что безопасная эксплуатация на закарстованных территориях невозможна без определения типа и расчетных параметров карстовых деформаций. В статье подробно рассматриваются параметры провалов и оседаний, а также необходимость определения геометрии карстовой полости по наиболее неблагоприятному сценарию. На конкретном примере показано, что при глубине залегания карстующихся пород 47,0–48,5 м и отнесении площадки к III категории устойчивости расчет по СП дал радиус полости 3,75 м и диаметр 7,50 м, после чего был выполнен численный расчет в Plaxis 2D.

Сильная сторона исследования Амеличева Г.Н. [8] состоит в привязке нормативной методики к реальной инженерной задаче. Авторы фактически демонстрируют, что сами по себе требования СП работают как инструмент определения расчетной опасности, но для практического понимания поведения основания этого недостаточно: необходима численная модель системы «основание – сооружение». По сравнению с работой Акбуляковой В.Н. [7] здесь почти не затрагиваются вопросы городской трансформации среды, зато подробно раскрывается блок параметров, связанных с геометрией полости, характеристиками грунтов и расчетом потери устойчивости.

Работа [9] развивает эту линию уже на уровне конструкции здания. Если в [8] основное внимание уделено расчету карстовой полости и состоянию основания, то в [9] исследуется напряженно-деформированное состояние каркаса при образовании карстовой воронки под колоннами. Для трехэтажного здания размером 66×30 м рассмотрено 30 вариантов расположения воронки среднего диаметра 2,27 м. Авторы показали, что даже при наиболее неблагоприятном размещении под колонной по оси «7/А» аварийного обрушения не происходит: усилия перераспределяются на соседние элементы, а устойчивость обеспечивается за счет конструктивной схемы, включая подстропильные фермы.

В центре внимания здесь уже не только карст как процесс и не только основание как среда, а работа самого здания при локальном провале. Из статьи следует несколько важных положений: критичным становится не просто наличие полости, а ее положение относительно несущей схемы; локальный характер провала приводит к перераспределению усилий; запас эксплуатационной устойчивости определяется не одной лишь категорией карстоопасности, а сочетанием конструктивной схемы, расположения нагрузок и способности системы работать после частичной потери опоры.

Отсюда логично перейти к формированию новой классификации факторов. В ее основу могут быть положены, с одной стороны, параметры, уже закрепленные в [2]–[6], а с другой факторы, которые особенно отчетливо проявляются в научных работах: локальность воздействия, положение провала относительно несущей схемы, перераспределение усилий в конструкциях, антропогенная активизация карста, изменение гидрогеологического режима и скрытый характер части карстовых форм. Именно их объединение позволяет перейти от разрозненного учета отдельных признаков к более целостной оценке условий эксплуатации.

Проведенный анализ показал, что действующие нормативные требования описывают карстовую опасность и эксплуатацию зданий раздельно: отдельно рассматриваются параметры основания, характеристики территории и порядок обследований, однако их взаимосвязь в

условиях реальной эксплуатации практически не раскрывается. В результате оценка состояния здания при локальных карстовых воздействиях остается неполной.

Таблица 3

Классификация факторов, влияющих на эксплуатацию объектов строительства на закарстованных территориях. [Разработано авторам по результатам проведенного анализа]

Группа факторов	Фактор	Как проявляется	К чему приводит (для здания)	Что контролировать
Геологические	карстовые полости	образование пустот в основании	провалы, потеря опоры	наличие и размеры полостей
	диаметр и глубина провалов	локальные деформации грунта	разрушение основания под элементами	геометрия провалов
Гидрогеологические	уровень подземных вод	подъем/понижение уровня	изменение несущей способности	уровень воды, сезонные колебания
	фильтрация, замачивание	размыв и разуплотнение грунтов	просадки, суффозия	водоприток, утечки, дренаж
Геотехнические	свойства грунтов	ослабление прочности	потеря устойчивости основания	плотность, прочность, деформации
Конструктивные	схема здания	неравномерное распределение нагрузок	перераспределение усилий	работа несущих элементов
	положение несущих элементов	совпадение с зоной провала	локальные разрушения	привязка конструкций к основанию
Эксплуатационные	осадки и крены	постепенные деформации	нарушение геометрии здания	осадки, крены, деформации
	трещины	раскрытие и развитие дефектов	снижение несущей способности	ширина и динамика трещин
Антропогенные	изменение водного режима	нарушение гидрогеологии	активизация карста	водоотведение, утечки
	дополнительные нагрузки	увеличение давления на основание	усиление деформаций	изменение нагрузки
Пространственные	локальность воздействия	неравномерные провалы	частичное разрушение	зоны риска под зданием
Временные	внезапность процессов	резкое развитие провала	аварийные ситуации	динамика изменений
Мониторинговые	ограниченность наблюдений	необнаруженные процессы	позднее выявление дефектов	частота и методы контроля

В отличие от стандартного подхода, представленного в нормативно-технических документах, где ключевое внимание уделяется либо параметрам основания, либо контролю технического состояния конструкций, в работе предложена классификация, объединяющая эти аспекты в единую систему. Основной акцент смещается на поведение здания в условиях локального провала, включая положение зоны деформации относительно несущей схемы и возникающее перераспределение усилий.

Предложенная классификация объединяет факторы, закрепленные в нормативной базе, с дополнительными характеристиками, проявляющимися в реальных условиях эксплуатации. В нее включены пространственные и временные особенности развития карста, антропогенные изменения среды, а также ограничения существующих методов наблюдения. Такое расширение позволяет рассматривать объект не изолированно, а в системе «основание – конструкция – эксплуатация».

Практическая ценность предложенного подхода заключается в возможности его применения при обследовании зданий, организации мониторинга и оценке эксплуатационных рисков на закарстованных территориях. Использование классификации позволяет связать наблюдаемые деформации с причинами их возникновения и более обоснованно принимать решения по эксплуатации, усилению или ограничению использования сооружений.

Новизна полученных результатов проявляется в систематизации факторов, влияющих на эксплуатацию зданий в условиях карста, и в переходе от разрозненного учета отдельных параметров к комплексной оценке их взаимодействия.

Литература

1. Prasad M., Muralidhara Reddy B., Sunitha V., Ramakrishna Reddy M., Sudharshan Reddy Y. Inventory data on the sinkhole occurrences from Proterozoic Cuddapah Basin, India // Data in Brief. 2019. Vol. 25. Article 104054.
2. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.
3. СП 499.1325800.2021 Инженерная защита территорий от карстово-суффозионных процессов. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2021.
4. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие положения. М.: Минстрой России, 2019.
5. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. М.: Минстрой России, 2016.
6. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Росстандарт, 2011.
7. Акбулякова Е. Н., Нефедов В. С. Оценка влияния карстового провала на конструкции малоэтажного здания // Construction and Geotechnics. 2025. Т. 16. № 2. С. 17–25.
8. Амеличев Г. Н., Вахрушев Б. А., Токарев С. В. Карстолого-спелеологическая изученность и современное состояние карста города Симферополя (Крым) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. 2023. Т. 9 (75). № 1. С. 151–167.
9. Романова Е. Р., Китаева М. А., Дробинина Е. В. К вопросу изучения опасных инженерно-геологических процессов с применением данных дистанционного зондирования Земли // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2025. Т. 336. № 8. С. 74–94.
10. Сельвиян С. М., Потапова Ю. А., Куричев С. Ю., Худоян М. З. Использование закарстованных территорий в качестве оснований фундаментов при строительстве и реконструкции зданий и сооружений // Экономика строительства. 2023. № 6. С. 102–105.

Analysis of Operational Features of Construction Projects in Karst Areas

Kirsh V.A.

Volgograd State Technical University (Institute of Architecture and Civil Engineering)

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the operational features of construction projects in karst areas. It is shown that the current regulatory framework covers certain aspects of karst hazards but does not provide a comprehensive assessment of the operational condition of buildings. Based on an analysis of regulatory documents and scientific research, key factors influencing the behavior of structures under karst influences are identified. A classification of factors is proposed that combines the parameters of the foundation, structural design, and operating conditions. It is noted that considering the local nature of sinkholes, hydrogeological changes, and the redistribution of forces in structures allows for a more valid assessment of operational risks and decision-making. Key words: karst processes, karst territories, operation of buildings, karst sinkholes, foundation deformations, monitoring, engineering and geological conditions, hydrogeological factors, operational reliability, classification of factors.

References

1. Prasad M., Muralidhara Reddy B., Sunitha V., Ramakrishna Reddy M., Sudharshan Reddy Y. Inventory data on the sinkhole occurrences from Proterozoic Cuddapah Basin, India // Data in Brief. 2019. Vol. 25. Article 104054.
2. SP 116.13330.2012 Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i sooruzheniy ot opasnykh geologicheskikh protsessov. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 22-02-2003. M.: Minregion Rossii, 2012.
3. SP 499.1325800.2021 Inzhenernaya zashchita territoriy ot karstovo-suffozionnykh protsessov. Pravila proektirovaniya. M.: Minstroy Rossii, 2021.
4. SP 446.1325800.2019 Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitelstva. Obshchie polozheniya. M.: Minstroy Rossii, 2019.
5. SP 255.1325800.2016 Zdaniya i sooruzheniya. Pravila ekspluatatsii. M.: Minstroy Rossii, 2016.
6. GOST 31937-2011 Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya. M.: Rosstandart, 2011.
7. Akbulyakova E. N., Nefedov V. S. Otsenka vliyaniya karstovogo provala na konstruktsii maloetazhnogo zdaniya // Construction and Geotechnics. 2025. Vol. 16. No. 2. P. 17–25.
8. Amelichev G. N., Vakhrushev B. A., Tokarev S. V. Karstologo-speleologicheskaya izuchennost i sovremennoe sostoyanie karsta goroda Simferopolya (Krym) // Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografiya. Geologiya. 2023. Vol. 9 (75). No. 1. P. 151–167.
9. Romanova E. R., Kitaeva M. A., Drobinina E. V. K voprosu izucheniya opasnykh inzhenerno-geologicheskikh protsessov s primeneniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli // Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov. 2025. Vol. 336. No. 8. P. 74–94.
10. Selviyan S. M., Potapova Yu. A., Kurichev S. Yu., Khudoyan M. Z. Ispolzovanie zakarstovannykh territoriy v kachestve osnovaniy fundamentov pri stroitelstve i rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy // Ekonomika stroitelstva. 2023. No. 6. P. 102–105.

Карстовый риск эксплуатируемых объектов капитального строительства на закарстованных территориях

Кирш Владислав Андреевич
магистр, Институт Архитектуры и строительства, кафедра "Экспертиза и эксплуатация объектов недвижимости", ВолгГТУ (ИАиС), v.kirsh2015@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы оценки карстового риска эксплуатируемых объектов капитального строительства на закарстованных территориях. Показано, что традиционные методы мониторинга ориентированы преимущественно на контроль уже сформировавшихся деформаций и не позволяют в полной мере учитывать процессы, предшествующие их возникновению. Выполнен анализ применяемых методов наблюдений, выявлены их ограничения при оценке карстового риска. Предложен подход к мониторингу, основанный на интеграции наземных методов и данных дистанционного зондирования Земли. Сформирована многоуровневая система наблюдений, позволяющая учитывать как локальные изменения состояния конструкций, так и пространственное развитие карстовых процессов. Показано, что использование такого подхода повышает достоверность оценки риска и позволяет выявлять зоны потенциальной опасности на ранних стадиях.

Ключевые слова: карстовый риск, закарстованные территории, мониторинг, дистанционное зондирование Земли, InSAR, деформации оснований, эксплуатация зданий, геодезический мониторинг, гидрогеологические условия, оценка риска.

Карстовые процессы относятся к числу наиболее опасных инженерно-геологических явлений, оказывающих существенное влияние на условия эксплуатации объектов капитального строительства. Их развитие сопровождается образованием пустот, провалов и неравномерных деформаций оснований, что может приводить к повреждению конструкций и возникновению аварийных ситуаций.

Особую сложность представляет эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях, поскольку карстовые проявления носят локальный и трудно прогнозируемый характер.

В ряде случаев длительное время отсутствуют видимые признаки развития процесса, после чего происходит резкое формирование провала или просадки, оказывающее непосредственное воздействие на конструктивную систему объекта.

Актуальность проблемы подтверждается фактическими данными о распространённости и интенсивности карстовых процессов. На территории регионов карст широко распространён и охватывает значительные площади, включая регионы Поволжья, Урала и Предкавказья.

Анализ наблюдений [1] показывает, что карстовые проявления носят выраженный локальный характер и существенно различаются по интенсивности.

Таблица 1
Статистические показатели карстовых проявлений на территории России [1]

Регион	Показатель	Значение
Южный Урал и Предуралье	Крупные провалы (≥15 м)	1 раз в 5 лет
Предуралье (в целом)	Новые провалы	десятки случаев ежегодно
Нижегородская область	Провалы	до 10 случаев в год
Отдельные карстовые районы	Плотность воронок	до 44 шт./км^2

Приведённые данные свидетельствуют о том, что карстовые процессы имеют неравномерное распределение и могут проявляться как в виде единичных случаев, так и в форме интенсивного провалообразования на ограниченных участках. При этом единая централизованная система учета подобных явлений отсутствует, что затрудняет оценку реального уровня карстового риска.

Дополнительную значимость проблеме придаёт тот факт, что карстовые процессы оказывают непосредственное влияние на эксплуатацию зданий, приводя к деформациям оснований, перераспределению усилий в конструкциях и снижению эксплуатационной надежности объектов.

В действующей нормативно-технической базе [4-8] мониторинг состояния зданий и сооружений на закарстованных территориях сводится к контролю отдельных параметров: деформаций оснований и конструкций, состояния грунтов, уровня и режима подземных вод. Наблюдения, как правило, локальны и фиксируют уже сформировавшиеся изменения.

С позиции оценки карстового риска этого недостаточно. Риск определяется не только текущими деформациями, но и вероятностью развития карстовых процессов, их положением относительно здания и характером возможного воздействия на конструктивную систему.

При существующем подходе взаимосвязь этих факторов не учитывается.

Карстовые процессы развиваются неравномерно и локально. Формирование полостей и ослабленных зон может длительное время не проявляться на поверхности, при этом провалообразование происходит скачкообразно. Контроль осадок и трещин в таких условиях отражает уже реализованное воздействие, а не стадию формирования риска [2].

Существующие методы наблюдений ориентированы на отдельный объект, тогда как развитие карста определяется более широкими геологическими и гидрогеологическими условиями.

Изменение уровня подземных вод, фильтрационных потоков и техногенной нагрузки может приводить к активизации процессов вне зоны контроля, формируя предпосылки для возникновения провалов.

В результате фиксируется разрыв между контролируемыми параметрами и фактическим уровнем карстового риска. Требуется переход к системе мониторинга, учитывающей не только состояние конструкций, но и пространственное развитие карстовых процессов и их динамику [3, 9, 10].

В работах [3, 8, 9] рассмотрены традиционно применяемые методы мониторинга карстовых процессов. Для наглядного представления и обобщения данные систематизированы в табличной форме.

Применение указанных методов позволяет контролировать состояние оснований и конструкций, а также фиксировать развитие карстовых процессов. Вместе с тем их использование связано с рядом ограничений.

Во-первых, наблюдения носят локальный характер и привязаны к конкретному объекту.

Во-вторых, большинство методов фиксируют уже сформировавшиеся деформации.

В-третьих, получение данных требует проведения полевых работ и значительных затрат.

Таблица 2

Традиционные методы мониторинга карстовых процессов [3,9,10]

Метод	Суть метода	Преимущества	Ограничения
Визуальный (маршрутный)	Осмотр территории, фиксация провалов, трещин	Простота, оперативность	Фиксирует только явные проявления
Геодезический	Измерение осадок, кренов, деформаций	Высокая точность	Реагирует на уже возникшие деформации
Гидрогеологический	Контроль уровня и состава подземных вод	Позволяет оценить условия развития карста	Локальность наблюдений
Геофизический	Исследование структуры массива	Выявление скрытых зон ослабления	Сложность и высокая стоимость
Инженерно-геологический	Скважины, зондирование	Детальное изучение грунтов	Точечный характер данных

В результате мониторинг ориентирован преимущественно на фиксацию последствий, а не на выявление зон потенциальной опасности.

В работе [10] рассматривается возможность применения данных дистанционного зондирования Земли для анализа опасных инженерно-геологических процессов. Отмечается, что спутниковые данные позволяют выявлять изменения рельефа, структуру поверхности и динамику процессов на значительных территориях.

Применительно к задачам эксплуатации объектов строительства данный подход может быть адаптирован как дополнительный уровень мониторинга. В отличие от традиционных методов, дистанционное зондирование позволяет:

- контролировать большие территории, включая зоны вне непосредственного расположения объекта;
- выявлять изменения поверхности на ранних стадиях (осадки, деформации);
- отслеживать динамику процессов во времени;
- фиксировать зоны повышенной влажности и изменения растительного покрова как косвенные признаки карста.

При этом следует учитывать, что спутниковые методы не позволяют напрямую выявлять все формы карстовых проявлений, особенно на ранних стадиях формирования полостей, и должны рассматриваться как дополнение к наземным наблюдениям.

Рисунок 1 – Снимок с Santiel-2A поле карстовых понижений в районе г. Уфа [10]

Адаптация дистанционного мониторинга к задачам эксплуатации объектов строительства заключается в его интеграции в существующую систему наблюдений. В этом случае формируется многоуровневая схема, в которой данные различного масштаба дополняют друг друга и используются для оценки карстового риска.

Спутниковые методы позволяют фиксировать изменения на уровне территории, тогда как локальные наблюдения отражают состояние конкретного здания. Совмещение этих уровней обеспечивает переход от регистрации последствий к оценке формирования риска.

На территориальном уровне используются данные дистанционного зондирования Земли [10]. Радиолокационные спутники (например, Sentinel-1) позволяют фиксировать вертикальные смещения поверхности с точностью до нескольких миллиметров в год, что дает возможность выявлять зоны медленных деформаций, не фиксируемых визуально, но указывающих на развитие карстовых процессов.

Оптические спутниковые данные (Sentinel-2) позволяют отслеживать изменения рельефа, увлажненности и растительного покрова с пространственным разрешением 10–20 м.

На уровне объекта применяются традиционные методы мониторинга: геодезические измерения осадок и кренов (точность до 1–2 мм), контроль трещин (0,1–0,5 мм), а также наблюдение за гидрогеологическими параметрами. Получаемые данные отражают реакцию здания на изменения основания.

Интеграция указанных данных обеспечивает более полную оценку карстового риска. Появляется возможность сопоставлять зоны потенциальной опасности, выявленные по спутниковым данным, с фактическим состоянием конструкций и динамикой их деформаций.

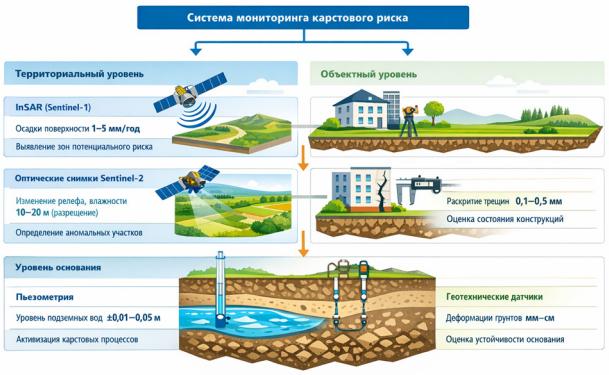


Рисунок 2 – Предлагаемая система мониторинга карстового риска

Представленная система мониторинга объединяет разрозненные методы наблюдений в единую структуру, ориентированную на оценку карстового риска. В отличие от традиционного подхода, где контроль ведется преимущественно по факту возникновения деформаций, предложенная схема позволяет учитывать как предпосылки их формирования, так и пространственное развитие процессов.

Ключевым элементом является включение территориального уровня наблюдений, позволяющего выявлять зоны потенциальной опасности вне границ непосредственно контролируемого объекта. Такое расширение области анализа дает возможность рассматривать здание не изолированно, а в составе более широкой геологической системы, в которой формируются карстовые процессы.

Практическая ценность предложенного подхода проявляется при оценке состояния объектов, расположенных в зонах с неоднородными инженерно-геологическими условиями.

Следует заметить, что предлагаемый подход не заменяет полностью традиционные методы, но дополняет, благодаря формированию дополнительных сведений объекта, что в результате обеспечивает переход от регистрации последствий к более раннему выявлению опасных процессов и оценке их возможного развития.

Литература

1. Смирнов А. И., Абдрахманов Р. Ф., Дурнаева В. Н. Типы карста и особенности его распространения на Южном Урале и в Предуралье // Геологический вестник. 2019. № 2. С. 111–124. DOI: http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-9

2. U.S. Geological Survey. How much does sinkhole damage cost each year in the United States? [Электронный ресурс]. URL: https://www.usgs.gov/faqs/how-much-does-sinkhole-damage-cost-each-year-united-states

3. ГОСТ 25100–2020 Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2020.

4. Бурсов Н. Г., Туровец Г. А., Хандогин А. П., Хлыстов С. Г. Мониторинг как инструмент безопасности технически сложных, уникальных, высотных объектов // Архитектура и строительство. 2011. № 2 (220).

5. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.

6. СП 499.1325800.2021 Инженерная защита территорий от карстово-суффозионных процессов. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2021.

7. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие положения. М.: Минстрой России, 2019.

8. СП 255.1325800.2016 Здания и сооружения. Правила эксплуатации. М.: Минстрой России, 2016.

9. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Росстандарт, 2011.

10. Акбулякова Е. Н., Нефедов В. С. Оценка влияния карстового провала на конструкции малоэтажного здания // Construction and Geotechnics. 2025. Т. 16. № 2. С. 17–25.

11. Сельвиян С. М., Потапова Ю. А., Куричев С. Ю., Худоян М. З. Использование закарстованных территорий в качестве оснований фундаментов при строительстве и реконструкции зданий и сооружений // Экономика строительства. 2023. № 6. С. 102–105.

Karst Risk of Capital Construction Projects in Karst Areas

Kirsh V.A.

Volgograd State Technical University (Institute of Architecture and Civil Engineering)

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the assessment of karst risk of capital construction projects in karst areas. It is shown that traditional monitoring methods are primarily focused on monitoring existing deformations and do not fully account for the processes that precede their occurrence. An analysis of the observation methods used is conducted, and their limitations in assessing karst risk are identified. A monitoring approach based on the integration of ground-based methods and Earth remote sensing data is proposed. A multi-level observation system is developed that allows for consideration of both local changes in the condition of structures and the spatial development of karst processes. It is shown that the use of this approach increases the reliability of risk assessment and enables the identification of potential hazard zones at an early stage.

Keywords: karst risk, karst territories, monitoring, Earth remote sensing, InSAR, foundation deformations, building operation, geodetic monitoring, hydrogeological conditions, risk assessment.

References

1. Smirnov A. I., Abdrakhmanov R. F., Durnaeva V. N. Tipy karsta i osobennosti ego rasprostraneniya na Yuzhnom Urale i v Predural'e // Geologicheskiy vestnik. 2019. № 2. S. 111–124. DOI: http://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-2-9
2. U.S. Geological Survey. How much does sinkhole damage cost each year in the United States? [Elektronnyy resurs]. URL: https://www.usgs.gov/faqs/how-much-does-sinkhole-damage-cost-each-year-united-states
3. GOST 25100–2020 Grunty. Klassifikatsiya. M.: Standartinform, 2020.
4. Bursov N. G., Turovets G. A., Khandogin A. P., Khlystov S. G. Monitoring kak instrument bezopasnosti tekhnicheski slozhnykh, unikal'nykh, vysotnykh ob"ektov // Arkhitektura i stroitel'stvo. 2011. № 2 (220).
5. SP 116.13330.2012 Inzhenernaya zashchita territoriy, zdaniy i sooruzheniy ot opasnykh geologicheskikh protsessov. Osnovnye polozheniya. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 22-02-2003. M.: Minregion Rossii, 2012.
6. SP 499.1325800.2021 Inzhenernaya zashchita territoriy ot karstovo-suffozionnykh protsessov. Pravila proektirovaniya. M.: Minstroy Rossii, 2021.
7. SP 446.1325800.2019 Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Obshchie polozheniya. M.: Minstroy Rossii, 2019.
8. SP 255.1325800.2016 Zdaniya i sooruzheniya. Pravila ekspluatatsii. M.: Minstroy Rossii, 2016.
9. GOST 31937-2011 Zdaniya i sooruzheniya. Pravila obsledovaniya i monitoringa tekhnicheskogo sostoyaniya. M.: Rosstandart, 2011.
10. Akbulyakova E. N., Nefedov V. S. Otsenka vliyaniya karstovogo provala na konstruktsii maloetazhnogo zdaniya // Construction and Geotechnics. 2025. T. 16. № 2. S. 17–25.
11. Sel'viyan S. M., Potapova Yu. A., Kurichev S. Yu., Khudoyan M. Z. Ispol'zovanie zakarstovannykh territoriy v kachestve osnovaniy fundamentov pri stroitel'stve i rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy // Ekonomika stroitel'stva. 2023. № 6. S. 102–105.

Архитектурная и творческая интерпретация кирпича Gbankor: пример устойчивой жилой архитектуры в Гане

Кисси Юджин Нейзер
аспирант, Российского университета дружбы народов, kissineizer@gmail.com,

Растущий спрос на устойчивую жилую архитектуру в Гане вновь актуализировал интерес к использованию местных строительных материалов, сочетающих экологическую ответственность и культурную значимость. В данной статье рассматривается архитектурная и творческая интерпретация глиняного кирпича, производимого компанией Gbankor Brick and Tile Company, в рамках тематического исследования устойчивой жилой архитектуры в Гане. В исследовании анализируются условия производства материала, особенности его архитектурного применения, а также экологические показатели. Показано, что традиционные технологии глиняного строительства могут быть адаптированы к современным проектным подходам, обеспечивая повышение теплового комфорта, долговечности и выразительности архитектурной формы. Результаты свидетельствуют о том, что тепловая масса, эксплуатационная надёжность и низкие требования к обслуживанию кирпича Gbankor позволяют рассматривать его как эффективную альтернативу распространённым материалам, таким как песчано-бетонные блоки, особенно в условиях климатически адаптированного жилья. Вместе с тем выявлено, что такие факторы, как нестабильность производственных стандартов, ограниченная механизация, сравнительно высокие первоначальные затраты, недостаточное технологическое обеспечение и слабость нормативно-правовой базы, продолжают сдерживать его широкое применение. В заключение отмечается, что при наличии целенаправленных инвестиций, институциональной поддержки и развития проектно-ориентированных инноваций местные материалы, включая кирпич Gbankor, способны занять значимое место в формировании устойчивой и культурно обусловленной жилой архитектуры в Гане и сопоставимых регионах.

Ключевые слова: Устойчивая архитектура, кирпичи Gbankor, Гана, экологическая устойчивость, местные материалы, творческая интерпретация.

Введение

Быстрая Быстрая урбанизация, рост численности населения и увеличение потребностей в инфраструктуре привели к значительному расширению строительного сектора Ганы. Несмотря на то что данный рост способствует экономическому развитию [1], он одновременно усиливает экологические проблемы, связанные с использованием традиционных строительных материалов. Строительство на основе цемента и бетона, доминирующее в современном жилищном секторе, характеризуется высокими выбросами углерода, энергоёмкими производственными процессами и значительными эксплуатационными энергозатратами [2–3]. Кроме того, добыча и переработка этих материалов способствуют истощению природных ресурсов и деградации окружающей среды [4]. В ответ на данные вызовы международные инициативы, включая программы, реализуемые Программой ООН по окружающей среде, подчёркивают необходимость внедрения устойчивых строительных практик, согласующих цели развития с требованиями экологической ответственности.

В рамках архитектурного дискурса устойчивое строительство выходит за пределы исключительно технической эффективности и включает социальные, культурные и экономические аспекты. Оно направлено на формирование жилищных решений, адаптированных к климатическим условиям, обеспечивающих доступность и отражающих локальную идентичность [5]. В этом контексте возрастает интерес к строительным материалам местного происхождения, способным одновременно снижать негативное воздействие на окружающую среду и повышать выразительность архитектурных решений. Глиняный кирпич, являющийся одним из древнейших строительных материалов, обладает значительными преимуществами благодаря своей долговечности, высоким теплотехническим характеристикам, возможности вторичной переработки и низкому уровню эксплуатационного энергопотребления. По сравнению с бетонными и песчано-бетонными блоками он обеспечивает более высокий уровень теплового комфорта и снижение энергозатрат на протяжении жизненного цикла здания [6].

Несмотря на указанные преимущества, глиняный кирпич остаётся мало распространённым материалом в современной жилой архитектуре Ганы, где преобладают конструкции на основе цемента [7–8]. Одним из примечательных примеров является компания Gbankor Brick and Tile Company, расположенная в северной части страны, которая производит обожжённый глиняный кирпич с использованием местного сырья и традиционных технологий. Данный материал сочетает в себе элементы традиционного мастерства и благоприятные экологические характеристики, включая умеренное энергопотребление при производстве, низкий уровень углеродных выбросов и высокую тепловую эффективность [9–10]. Вместе с тем его широкое распространение ограничивается рядом факторов, среди которых нестабильность качества продукции, ограниченное технологическое обеспечение, относительно высокие первоначальные затраты, недостаточная осведомлённость потребителей и несовершенство нормативно-правовой базы [11].

На этом фоне в настоящем исследовании рассматривается архитектурная и творческая интерпретация кирпича Gbankor в рамках тематического исследования устойчивой жилой архитектуры в Гане. В отличие от подходов, сосредоточенных исключительно на технических характеристиках материала, в работе анализируется, каким образом его эстетические свойства, конструктивная логика и культурная символика могут быть интегрированы в современные архитектурные решения. На основе анализа производственных процессов, архитектурных применений и экологических последствий кирпич Gbankor рассматривается в более широком контексте дискуссий о материальных инновациях, устойчивом жилищном строительстве и переоценке местных знаний в архитектурной практике.

В статье обосновывается, что интеграция местных строительных материалов в современную жилую архитектуру способна одновременно способствовать снижению экологической нагрузки, поддержке локальной экономики и укреплению культурной преемственности. Подчёркивая двойственный — технический и творческий — потенциал кирпича Gbankor, исследование вносит вклад в развитие архитектурного дискурса, связанного с климатически адаптированными и культурно обусловленными решениями в жилищном строительстве в Гане и сопоставимых регионах. В конечном счёте показано, что формирование устой-

чивой жилой архитектуры в странах Африки к югу от Сахары определяется не только уровнем технологического развития, но и степенью творческого переосмысления местных материалов и традиций.

Историческое развитие глиняно-кирпичной архитектуры в Гане

Использование глины в строительстве Ганы имеет длительную и многослойную историю, сформированную традиционными знаниями коренных сообществ, колониальными архитектурными практиками и современными приоритетами развития [8]. Задолго до европейского влияния местные общины применяли технологии земляного строительства, включая саман, плетёно-глинобитные конструкции (wattle and daub) и утрамбованную землю, представленные на рисунке 1 и основанные на использовании богатых местных глиняных ресурсов. Эти технологии позволяли создавать жилища, эффективно адаптированные к климатическим условиям, социальным практикам и структуре расселения, формируя компактные жилые комплексы с внутренними дворами [12]. Помимо конструктивной функции, глина занимала важное место в культурной жизни, что подтверждается устойчивой традицией производства обожжённой керамики для бытовых и ритуальных целей, включая кухонную утварь и церемониальные сосуды [13].

Внедрение обожжённого глиняного кирпича в колониальный период стало важным этапом трансформации материальной базы строительства в Гане. Европейские миссионеры и административные структуры возводили крепости, миссионерские дома, школы и церкви, используя кирпич, который продемонстрировал высокую долговечность, модульность и теплотехническую эффективность [11]. Эти практики способствовали формированию восприятия кирпича как материала, ассоциирующегося с долговечностью и архитектурной модернизацией.

После обретения независимости государственная политика 1960–1970-х годов была направлена на расширение использования местных строительных материалов, что привело к созданию ряда малых и средних кирпичных производств [11]. Однако уже к 1980-м годам широкое распространение получили песчано-бетонные блоки, что было обусловлено высокой скоростью строительства, стандартизацией и восприятием их как более «современного» материала. Это привело к постепенному упадку кирпичной промышленности. Как отмечает Хаммонд, данная тенденция обусловила закрытие значительного числа кирпичных предприятий и почти полное вытеснение глиняного кирпича из массового строительства [14-15].

Несмотря на этот спад, глиняный кирпич не исчез полностью. Он продолжал использоваться в сельских и периферийных районах, где его теплотехнические свойства, доступность и локальная сырьевая база сохраняли свою актуальность. В последние годы рост внимания к вопросам экологической устойчивости, энергоэффективности и циркулярности материалов вновь стимулировал интерес к глиняному кирпичу как альтернативе материалам с высоким углеродным следом [16]. В этом контексте такие предприятия, как Gbankor Brick and Tile Company, а также государственные инициативы, включая политику Министерства работ и жилищного строительства, направленную на поддержку местных строительных материалов, способствуют постепенному возрождению кирпичного производства. Это свидетельствует о более широком признании потенциала локальных материалов, которые при технологическом совершенствовании и творческой интерпретации могут вновь занять значимое место в формировании устойчивой жилой архитектуры в Гане.

Рисунок 1. Традиционные технологии земляного строительства в Гане: 1. Саман; 2. Глинобитные конструкции (wattle and daub); 3. Утрамбованная земля.

Кирпич Gbankor: происхождение, производственный контекст и архитектурные характеристики

Эволюция кирпича Gbankor отражает процесс трансформации традиционных знаний о земляном строительстве в усовершенствованную систему глиняных материалов, адаптированную к требованиям современной жилой архитектуры в Гане. Основанный на традициях местного гончарного ремесла и производства глиняных блоков [13], данный материал получил системное технологическое развитие с созданием компании Gbankor Brick and Tile Company в 2014 году. Инициированная под руководством традиционной власти Gbankor в Верхнем Западном регионе, компания осуществляет производство стандартизированного глиняного кирпича с использованием местного сырья, добываемого приблизительно в 500 м от производственной площадки, тем самым формализуя ранее существовавшие неструктурированные формы кустарного производства.

Производственный процесс начинается с подготовки сырья, при которой добытая глина смешивается с водой и выдерживается для достижения однородной консистенции. Далее материал формуется с использованием смесительно-формовочного оборудования и подвергается сушке. На следующем этапе осуществляется обжиг: традиционно — открытым способом, а в более современных условиях — посредством контролируемого температурного режима, включающего последовательные стадии нагрева, выдержки и охлаждения. После обжига кирпичи сортируются, упаковываются и подготавливаются к транспортировке [16, рисунок 2] . Полный производственный цикл, как правило, составляет от 2 до 3 месяцев, при минимальной производственной мощности около 40 000 кирпичей.

Несмотря на необходимость дальнейших технологических усовершенствований, направленных на переход от открытого обжига к стабильному печному обжигу, существующая технология уже обеспечивает значительные улучшения конструкционной прочности, влагостойкости и геометрической стабильности изделий [6,17]. Эти характеристики позволяют материалу соответствовать современным строительным требованиям при сохранении доступности и относительной экономической эффективности. Использование местного сырья способствует снижению транспортных затрат, уменьшению совокупного углеродного следа и поддержке локальной экономики за счёт создания рабочих мест, сохранения ремесленных традиций и развития региональных рынков.

С архитектурной точки зрения кирпич Gbankor обладает выраженным композиционно-художественным потенциалом. Его красновато-коричневый оттенок, естественная фактура поверхности и модульная геометрия позволяют использовать его как в качестве несущего элемента, так и в качестве открытой фасадной поверхности, минимизируя необходимость дополнительных отделочных слоёв [Рисунок 3]. Теплотехнические свойства обожжённой глины способствуют стабилизации температурного режима внутри помещений, снижая зависимость от систем механического охлаждения, что является особенно важным в условиях высокой солнечной инсоляции в климате Ганы [6]. Современная практика показывает, что данный материал эффективно применяется преимущественно в малоэтажном и индивидуальном жилищном строительстве [Рисунок 3].

В целом кирпич Gbankor представляет собой регионально апробированный строительный материал, сочетающий экологическую эффективность и культурную преемственность. Его физико-механические и эстетические свойства формируют основу для его интеграции в практику устойчивой жилой архитектуры, открывая возможности для композиционной выразительности, пластики фасадов и ритмической организации архитектурного пространства.

Рисунок 2. Технологический процесс производства обожжённого глиняного кирпича (Gbankor Brick and Tile Company)

Тематическое исследование: применение кирпича Gbankor в жилой архитектуре

В настоящем тематическом исследовании рассматривается применение глиняного кирпича, производимого компанией Gbankor Brick and

Tile Company, в жилой архитектуре Верхнего Западного региона Ганы. Выбранные объекты представляют собой типичные примеры малоэтажной жилой застройки, реализованные в реальных климатических и социально-экономических условиях, что позволяет оценить архитектурные и эксплуатационные характеристики материала в рамках повседневной строительной практики, а не в экспериментальной среде.

В качестве объектов анализа рассмотрены одноэтажное и двухуровневое жилые здания, расположенные в населённых пунктах Фиелму и Гбанкор соответственно. Здания возведены преимущественно с использованием несущих стен из обожжённого глиняного кирпича. Кирпич производится локально из глины, добываемой в пределах региона на расстоянии около 0,5 км от строительной площадки, и подвергается обжигу открытым способом, что обеспечивает повышенную прочность и геометрическую стабильность по сравнению с необожжёнными земляными материалами [17]. По данным, предоставленным представителями компании, производство носит полупромышленный характер и базируется на использовании местных ресурсов, что способствует доступности материала и снижению его совокупной энергоёмкости.

С архитектурной точки зрения применение кирпича Gbankor оказывает влияние как на конструктивную схему, так и на пространственную организацию зданий. Толщина стен одноэтажного здания составляет 100 мм, тогда как в двухуровневом здании используется двухслойная кирпичная стена общей толщиной 200 мм с вентиляционным зазором около 20 мм между слоями, обеспечивающим воздухообмен и компенсацию температурных деформаций. Обе конструкции дополнительно усилены железобетонными плитами перекрытий и колоннами, что повышает их конструктивную устойчивость и способствует тепловой инерции ограждающих конструкций. Планировочная структура зданий характеризуется компактностью, наличием затенённых веранд и углублённых оконных проёмов, что снижает уровень прямой солнечной инсоляции и повышает комфорт внутри помещений [Рисунок 3]. Теплотехнические свойства глины позволяют аккумулировать тепло в дневное время и постепенно отдавать его в ночные часы, способствуя стабилизации температурного режима и снижению зависимости от систем механического охлаждения, включая кондиционирование воздуха [18]. Данные решения отражают традиционные принципы жилой застройки региона при одновременной адаптации к современным климатическим требованиям.

В рассматриваемых примерах кирпич частично используется в качестве открытой отделочной поверхности, демонстрируя естественный красновато-коричневый цвет и текстуру материала. Это позволяет отказаться от дополнительных отделочных слоёв и формирует сдержанное архитектурное решение, основанное на принципе материальной выразительности. Модульная структура кирпича обеспечивает возможность вариативной перевязки кладки, создавая ритмичную организацию фасадов без избыточной декоративности. Наблюдения показывают, что кирпичные стены обеспечивают эффективную пассивную терморегуляцию, поддерживая относительно стабильный температурный режим в течение суток. Несмотря на то что первоначальные затраты на строительство могут превышать стоимость зданий из песчано-бетонных блоков, более высокая долговечность и сниженные эксплуатационные расходы частично компенсируют данную разницу. Вместе с тем ограниченный уровень механизации остаётся сдерживающим фактором для более широкого распространения материала.

Таким образом, результаты тематического исследования подтверждают, что кирпич Gbankor является эффективным строительным материалом, способным обеспечить формирование климатически адаптированной и культурно обусловленной жилой архитектуры. Его использование демонстрирует, что традиционные технологии глиняного строительства при наличии институциональной поддержки и архитектурной интерпретации могут играть значимую роль в развитии устойчивого жилищного строительства в Гане.

Рисунок 3. Применение кирпича Gbankor в жилой архитектуре (тематическое исследование):
а - архитектурная выразительность и фактура материала;
б - сочетание кирпичной кладки с железобетонными элементами;
в - толщина стен одноэтажного здания (100 мм);
д - формообразующие возможности кирпича при создании различных архитектурных решений.
г - двухслойная конструкция стен в двухуровневом здании (200 мм);

Архитектурные аспекты устойчивой жилой архитектуры

Архитектурное применение кирпича Gbankor демонстрирует, каким образом свойства материала способны формировать конструктивную логику и пространственную организацию различных типов жилых зданий, что имеет прямое значение для развития устойчивого жилищного строительства. В малоэтажных зданиях, таких как одноэтажные жилые дома, использование кирпичных стен толщиной 100 мм в сочетании с железобетонными колоннами и балками отражает гибридную конструктивную систему, обеспечивающую баланс между материальной эффективностью и несущей способностью. В более сложных конфигурациях, например в двухуровневых жилых домах, применяются двухслойные кирпичные стены общей толщиной около 200 мм с вентиляционным зазором порядка 20 мм между слоями [Рисунок 3]. Такая многослойная конструкция способствует естественной вентиляции и компенсирует температурные деформации, повышая эффективность ограждающих конструкций. Данные решения демонстрируют адаптивность кирпича Gbankor в формировании архитектурной формы, конструктивной выразительности и и соответствию окружающей среде.

С точки зрения архитектурной выразительности кирпич Gbankor формирует чёткую материальную идентичность за счёт естественного цвета и фактурной поверхности [Рисунок 3]. При использовании без дополнительной отделки материал позволяет раскрыть принцип «честности материала», формируя выразительную, но сдержанную архитектуру. Вариативность перевязки кладки и пластика швов создают условия для формирования ритмичной фасадной композиции без применения декоративных элементов. Это подчёркивает значимость материально-ориентированного проектирования в современной жилой архитектуре.

С климатической точки зрения материал вносит существенный вклад в пассивное регулирование микроклимата. Тепловая масса обожжённой глины позволяет аккумулировать тепло в дневной период и постепенно отдавать его в ночное время, обеспечивая стабилизацию температурного режима внутри помещений. Это снижает зависимость от систем механического охлаждения и способствует повышению энергоэффективности зданий, что особенно актуально в регионах с высокой солнечной инсоляцией [10,18].

Помимо эксплуатационных и эстетических характеристик, материал обладает значимой культурной ценностью, отражая преемственность традиционных строительных практик в современном архитектурном контексте. Его применение свидетельствует о переоценке локальных ресурсов и знаний, одновременно открывая новые возможности архитектурного формообразования. Таким образом, кирпич Gbankor демонстрирует потенциал адаптации традиционных материалов к современным требованиям проектирования, способствуя формированию устойчивой и контекстуально обоснованной жилой архитектуры.

Несмотря на очевидные архитектурные и экологические преимущества, более широкое распространение кирпича Gbankor ограничено рядом практических факторов.

Таблица 1
Сравнительные характеристики кирпича Gbankor и песчано-бетонных блоков

Параметр	кирпич Гбанкор	Песчано-цементный блок
Типичный размер	220x100x75мм	250x125x450 мм
Количество на квадратный метр	высокий (требуется больше единиц)	Низкий (меньше на единицу)
Толщина стенки	100-200 мм (одинарный или двойной)	Обычно 150 мм
Стоимость за единицу	3 Ганских седи (22,2 Руб.)	8 Ганских седи (59,2 Руб.)
Начальная стоимость за квадратный метр	Умеренно выше	Ниже

К числу сдерживающих факторов относятся нестабильность качества продукции, ограниченный уровень механизации производства, относительно более высокие первоначальные затраты по сравнению с песчано-бетонными блоками , что отражено в таблице 1, а также недостаточная нормативно-правовая и институциональная поддержка материалов местного производства. Кроме того, низкий уровень информированности и распространённые заблуждения относительно эксплуатационных характеристик материала среди застройщиков и потребителей продолжают препятствовать его широкому внедрению [20].

Решение указанных проблем требует комплексного подхода, включающего технологические, институциональные и проектные меры. Совершенствование технологий производства и внедрение печного обжига

могут повысить качество и стандартизацию продукции, тогда как государственная поддержка и стимулирующие механизмы способны расширить использование местных материалов. В свою очередь, активное включение глиняного кирпича в архитектурную практику через инновационные проектные решения и демонстрационные проекты может способствовать переосмыслению его роли как функционального и выразительного элемента современной жилой архитектуры.

Заключение

В настоящем исследовании рассмотрена архитектурная и творческая интерпретация кирпича Gbankor как материала для устойчивой жилой архитектуры в Гане. Полученные результаты показывают, что данный материал, выходя за рамки своего традиционного применения, может рассматриваться как полноценная архитектурная система, способная формировать пространственную организацию, архитектурную форму и экологические характеристики зданий.

Тепловая масса, долговечность и возможность использования кирпича в качестве открытой поверхности способствуют реализации климатически адаптированных проектных решений, снижая зависимость от систем механического охлаждения и повышая материальную эффективность. Одновременно его применение отражает преемственность традиционных строительных знаний и способствует формированию культурно обусловленной архитектурной выразительности.

Несмотря на выявленный потенциал, более широкое распространение материала по-прежнему ограничено нестабильностью производственных характеристик, технологическими ограничениями и недостаточным уровнем институциональной поддержки. Решение указанных проблем требует совершенствования стандартов производства, развития нормативно-правовой базы и более активной интеграции материала в архитектурную практику.

В целом результаты исследования подтверждают, что кирпич Gbankor представляет собой локально обусловленный строительный материал, способный внести существенный вклад в развитие устойчивой жилой архитектуры в Гане и сопоставимых регионах.

Литература

1. Alfira, K., Anna, M., & Svetlana, G. (2021). Economic development of the construction industry as a basis for sustainable development of the country. E3S Web of Conferences, 274(1), 1–11. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127410021
2. United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi, Kenya, pp. 15–16.
3. United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi, Kenya, pp. 15–16.
4. Salim, B., Fragkoulis, K., Bibhuti, M., & Maria, I. (2024). Decarbonising cement and concrete production: Strategies, challenges and pathways for sustainable development. Journal of Building Engineering, 86, 1–28. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108861
5. Yu, Z., Nurdiawati, A., Kanwal, Q., Al-Humaiqani, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2024). Assessing and mitigating environmental impacts of construction materials: Insights from environmental product declarations. Journal of Building Engineering, 98, 110929. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110929
6. Asha Sapna, A. P., & Anbalagan. (2023). Sustainable eco-friendly building material: A review towards compressed stabilized earth blocks and fired clay bricks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1210, 1–12. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1210/1/012023
7. Owusu, A., Daniel, K. B., Raphael, A. A., Stephen, A. T., Henry, M., & Imoro, B. (2022). Global urban sprawl containment strategies and their implications for rapidly urbanizing cities in Ghana. Land Use Policy, 114, 1–15. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.105979
8. Ghana Statistical Service (GSS). (2021). Ghana 2021 population and housing census (Vol. 3), pp. 1, 101–110.
9. Xin, Y., Robert, D., Mohajerani, A., Tran, P., & Pramanik, B. K. (2023). Energy efficiency of recycled fired clay bricks—from manufacturing to post-application. Energy, 282, 128755. https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.128755
10. Srisuwan, A., Sompech, S., Saengthong, C., Thaomola, S., Chindraprasirt, P., & Phonphuak, N. (2020). Preparation and properties of fired clay bricks with added wood ash. Journal of Metals, Materials and Minerals, 30(4), 84–89. https://doi.org/10.55713/jmmm.v30i4.918
11. Samuel, N., Robert, A., & Emmanuel, E. D. (2023). The brick industry in Ghana: Historical contexts, advocacy and way forward. MUDRA Journal Seni Budaya, 38(4), 458–467. https://doi.org/10.31091/mudra.v38i4.2374
12. Kofi, A., Ernest, J. C. D. (2020). Professionals' views of vernacular building materials and techniques for green building delivery in Ghana. Scientific African, 8, e00424. https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00424
13. Bertha, A. K., Augustine, K. D., Jesse, S. A., Kwaku, K., & John, M. K. (2020). The lifecycle of pottery art processes and production in Mpraeso, Ghana. De Arte, 55(3), 70–94.
14. Hammond, A. A. (1997). Small and medium scale brick and tile production in Ghana: An overview and wall building case study. Gate Publishing.
15. Amos, A., & Humphrey, D. (2025). Application of burnt clay bricks (BCBs) as a building material for housing projects in Ghana. Cogent Engineering, 12(1), 1–11.
16. Dalkılıç, N., & Nabikoğlu, A. (2017). Traditional manufacturing of clay brick used in the historical buildings of Diyarbakir (Turkey). Frontiers of Architectural Research, 6(3), 346–359. https://doi.org/10.1016/j.foar.2017.06.003
17. Danso, H., & Akwaboah, M. (2021). Assessment of the quality of burnt bricks produced in Ghana: The case of Ashanti region. Case Studies in Construction Materials, 15, e00708. https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00708
18. Gualtieri, M. L., Gualtieri, A. F., Gagliardi, S., Ruffini, P., Ferrari, R., & Hanuskova, M. (2010). Thermal conductivity of fired clays: Effects of mineralogical and physical properties of raw materials. Applied Clay Science, 49(3), 269–275. https://doi.org/10.1016/j.clay.2010.06.002
19. Phonphuak, N., & Chindaprasirt, P. (2018). Utilization of sugarcane bagasse ash to improve properties of fired clay brick. Chiang Mai Journal of Science, 45, 1855–1862.
20. Baiden, B. K., Agyekum, K., & Ofori-Kuragu, J. K. (2014). Perceptions on barriers to the use of burnt clay bricks for housing construction. Journal of Construction Engineering, 2014, 1–7. https://doi.org/10.1155/2014/502961

Architectural and creative interpretation of Gbankor brick: A case study of sustainable residential architecture in Ghana

Kissi E.N.
People's Friendship University of Russia

JEL classification: L61, L74, R53

The growing demand for sustainable residential architecture in Ghana has renewed interest in locally sourced construction materials that combine environmental responsibility with cultural relevance. This article examines the architectural and creative interpretation of clay brick produced by the Gbankor Brick and Tile Company as a case study of sustainable residential architecture in Ghana. The study analyzes the material's production context, architectural application, and environmental performance, demonstrating how traditional clay-based craftsmanship can be reinterpreted within contemporary design frameworks to enhance thermal comfort, durability, and cultural expression. The findings indicate that the thermal mass, longevity, and low maintenance requirements of Gbankor brick make it a viable alternative to conventional materials such as sandcrete blocks, particularly in climate-responsive housing. However, factors including inconsistent production standards, limited mechanization, relatively higher initial construction costs, insufficient technological support, and weak policy frameworks continue to restrict large-scale adoption. The study concludes that targeted investment, institutional support, and design-driven innovation could enable indigenous materials such as Gbankor brick to play a significant role in shaping sustainable and culturally grounded residential architecture in Ghana and comparable contexts.

Keywords: Sustainable architecture, Gbankor bricks, Ghana, environmental sustainability, indigenous materials, creative interpretation.

References

1. Alfira, K., Anna, M., & Svetlana, G. (2021). Economic development of the construction industry as a basis for sustainable development of the country. E3S Web of Conferences, 274(1), 1–11. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127410021
2. United Nations Environment Program (UNEP). (2021). Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi, Kenya, pp. 15–16.
3. United Nations Environment Program (UNEP). (2021). Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairobi, Kenya, pp. 15–16.
4. Salim, B., Fragkoulis, K., Bibhuti, M., & Maria, I. (2024). Decarbonising cement and concrete production: Strategies, challenges and pathways for sustainable development. Journal of Building Engineering, 86, 1–28. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.108861
5. Yu, Z., Nurdiawati, A., Kanwal, Q., Al-Humaiqani, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2024). Assessing and mitigating environmental impacts of construction materials: Insights from environmental product declarations. Journal of Building Engineering, 98, 110929. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.110929
6. Asha Sapna, A. P., & Anbalagan. (2023). Sustainable eco-friendly building-ing material: A review towards compressed stabilized earth blocks and fired clay bricks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1210, 1–12. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1210/1/012023

Использование искусственного интеллекта в проектировании зданий и сооружений

Колчин Владимир Николаевич
старший преподаватель, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), ksilocal2@mail.ru

Резюме. В статье рассматриваются актуальные вопросы применения искусственного интеллекта (ИИ) в проектировании зданий и сооружений. Автор анализирует предпосылки внедрения ИИ в строительную отрасль, связанные с цифровизацией, усложнением градостроительных условий и необходимостью повышения экономической эффективности. Приведены основные концепции и терминология, описаны этапы методологии использования ИИ: от постановки цели и сбора данных до интерпретации результатов. Особое внимание уделено практическому опыту внедрения технологий машинного обучения и нейронных сетей как в зарубежной, так и в российской практике проектирования, включая примеры генеративного проектирования, расчета теплотехнических характеристик и автоматизации логистики. Выявлены ключевые преимущества использования ИИ (рост производительности, снижение затрат) и существующие барьеры (высокая стоимость, дефицит кадров, отсутствие нормативной базы). В заключении обозначены перспективы развития интеллектуальных систем в строительстве и необходимость формирования новой парадигмы проектирования, основанной на симбиозе человеческого опыта и вычислительных мощностей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, проектирование, автоматизированное проектирование, нейронные сети, цифровизация, машинное обучение, строительная отрасль, экономическая эффективность

Введение

Строительство играет ключевую роль в развитии экономики каждой страны, являясь одной из крупнейших отраслей промышленности и важным элементом инфраструктуры. По данным Всемирной ассоциации строителей, ежегодно возводится свыше миллиарда квадратных метров жилой площади и десятки миллионов квадратных метров коммерческих помещений, производственных цехов и социальных учреждений. Вместе с тем возрастающая сложность градостроительных условий, повышение требований к качеству жилья и экологии ставят перед специалистами серьезные вызовы. Необходимо разрабатывать здания и сооружения, которые соответствуют строгим стандартам безопасности, комфорта проживания и экономической целесообразности.

Именно здесь приходит на помощь искусственный интеллект. Его способность имитировать процессы человеческого мышления и оперативно решать сложные многомерные задачи делает возможным получение уникальных результатов даже там, где классические инженерные методы оказываются недостаточными. Так, архитекторская студия Zaha Hadid Architects активно внедряет систему генетического программирования для создания необычных форм фасадов, компании Google и Microsoft используют глубокое обучение для точного расчета теплопотерь, специалисты российских вузов проводят эксперименты с применением ИИ для выбора оптимальной конфигурации фундаментов. Подобные инициативы демонстрируют, насколько широк спектр возможностей, предоставляемых новыми технологиями.

Причины востребованности искусственного интеллекта в строительстве

Главными причинами повышенного интереса к использованию ИИ являются следующие обстоятельства:

• Возрастающее количество данных о проектах, используемых материалах, климатических условиях, особенностях эксплуатации сооружений, ставшее доступным специалистам в результате цифровизации строительства.

• Потребность в повышении точности прогнозирования поведения конструкций и поиске способов уменьшения эксплуатационных расходов и выбросов парниковых газов.

• Высокие требования общества к уровню комфортности городской среды, социальной справедливости и доступности жилищного фонда.

• Усиливающееся давление государства и общественности на застройщиков относительно соблюдения стандартов энергосбережения и защиты окружающей среды.

По мнению экспертов, к 2030 году доля строительства, выполняемого с привлечением технологий искусственного интеллекта, достигнет 50% рынка недвижимости развитых стран. Таким образом, осознание важности своевременного освоения и грамотного применения ИИ становится приоритетом для компаний, стремящихся сохранить конкурентоспособность и обеспечить долгосрочный успех бизнеса.

Материалы и методы

В основе исследования лежит анализ существующих подходов к интеграции технологий искусственного интеллекта в процесс архитектурно-строительного проектирования. Теоретико-методологическую базу составили научные труды отечественных и зарубежных авторов в области применения нейросетевых моделей, генеративного проектирования и цифровизации строительной отрасли. В качестве материалов для анализа использовались данные о реализованных проектах с применением ИИ, включая программные продукты Autodesk Dreamcatcher, ALICE Technologies, а также российские разработки в рамках проекта NeuroCAD и решения Научно-исследовательского института строительной физики РАН. Методологическая часть работы базируется на системном подходе, включающем последовательную реализацию этапов: постановка цели и определение количественных показателей эффективности, сбор и очистка исходных данных (географические, климатические, нормативные и технические параметры объектов), выбор и адаптация моделей машинного обучения (линейные регрессии, рекуррентные и сверточные нейронные сети с использованием библиотек TensorFlow, PyTorch и Scikit-Learn), а также интерпретация полученных результатов посредством циклов обратной связи с экспертами.

Особое внимание уделено методам обработки разнородных данных (графических, временных рядов, текстовой документации) и принципам

формирования выборок для обучения алгоритмов. Оценка эффективности предложенных подходов производилась на основе сравнения технико-экономических показателей (снижение затрат, точность расчетов, сокращение времени проектирования) с традиционными методами.

Результаты

Для лучшего понимания темы давайте сначала определим некоторые базовые понятия и разберемся в терминологии, используемой в области искусственного интеллекта и связанных дисциплин.

Под искусственным интеллектом понимается область компьютерных наук, изучающая возможность наделять машины способностью выполнять умственную деятельность, подобную той, которую осуществляет человеческий мозг. Среди основных направлений ИИ выделяют:

- Обучение с учителем (supervised learning).
- Обучение без учителя (unsupervised learning).
- Глубокое обучение (deep learning).
- Нейронные сети (neural networks).
- Эвристическое программирование (heuristic programming).

Эти техники применяются для обработки визуальных образов, речи, текста, графиков и прочих типов данных, необходимых для проектирования сооружений.

Сегодня существует целый ряд приложений искусственного интеллекта, широко используемых в проектной сфере:

- Анализ чертежей и планов с целью обнаружения несоответствий нормативам и правилам безопасности.
- Оптимизация архитектурных решений на основе анализа внешних воздействий (ветровых нагрузок, солнечного излучения, шумового фона).
- Автоматизированное проектирование интерьера жилых и общественных пространств.
- Прогнозирование прочности и долговечности конструкций, расчет нагрузок и деформаций элементов.
- Управление ресурсами на стройплощадке и мониторинг технического состояния зданий в ходе эксплуатации.

Одним из ярких примеров выступает программа Dreamcatcher, созданная американской корпорацией Autodesk. Она позволяет архитектору формулировать задачу в виде набора критериев (например, минимальные размеры комнат, требуемый объем пространства, допустимая стоимость работ), а затем генерирует сотни тысяч вариантов плана, выбирая лучшие из них на основании заранее установленных метрик. Эта технология получила название “генеративного проектирования” и находит широкое распространение в профессиональном сообществе.

Еще одним успешным примером является система ALICE Technologies, предназначенная для планирования логистических операций на строительных площадках. Система способна рассчитать оптимальный график поставок стройматериалов и оборудования таким образом, чтобы избежать задержек и перерасхода ресурсов.

Российские разработчики также предлагают интересные решения. Так, компания DataArt совместно с Московским государственным университетом имени Ломоносова ведет работу над проектом NeuroCAD, направленным на интеграцию механизмов компьютерного зрения и анализа временных рядов в архитектурные CAD-программы. Ожидается, что данная разработка позволит существенно ускорить процедуру согласования документации и исключить необходимость ручного ввода избыточных данных.

Очевидно, что принятие решений на ранних стадиях проектирования оказывает огромное влияние на весь последующий цикл жизни здания. Именно поэтому важно учитывать разнообразные аспекты при выборе инструментария и стратегии работы с ИИ:

- Разработка эффективной схемы взаимодействия специалиста-человека и вычислительной системы.
- Формулировка адекватных целей и критериев оценки решений.
- Выбор подходящего метода представления исходных данных и обработка результата вычислений.
- Определение границ ответственности сторон и правил страхования риска возникновения ущерба вследствие некорректной работы алгоритма.

Исследования показывают, что правильная постановка указанных вопросов обеспечивает максимальное раскрытие потенциала ИИ, позволяя получать экономию порядка 20—30%, снижать негативное воздействие на окружающую среду на 30—40% и повышать удовлетворенность конечным результатом пользователей на 50%. Таким образом, ключевыми аспектами становятся не только технические моменты построения нейросетей и выбор методик, но и организационные процедуры, культура работы с цифровыми инструментами и управление изменениями внутри коллектива профессионалов.

При построении процесса использования ИИ в проекте целесообразно придерживаться определенной последовательности действий, обеспечивающей максимальную отдачу от вложенных усилий и сокращение издержек.

Этап 1. Постановка цели и определение целевых показателей

Прежде всего, команда должна ясно сформулировать, какой именно эффект ожидается достичь посредством применения искусственного интеллекта. Цель может заключаться в снижении себестоимости квадратного метра, ускорении процедур согласования, увеличении срока службы конструкции или обеспечении соответствия новым нормам регулирования. Далее задаются конкретные количественно измеримые показатели, отражающие степень приближенности к поставленной цели. Для примера возьмем ситуацию, когда требуется уменьшить расход энергии зданием жилого комплекса. Тогда целевой показатель может звучать следующим образом: «Снижение удельного потребления электроэнергии на отопление и кондиционирование воздуха на 25% по сравнению с аналогичными проектами прошлого периода». Такой четкий подход способствует прозрачному контролю за выполнением задач и мотивирует участников команды стремиться к достижению высоких результатов.

Этап 2. Сбор и подготовка данных

Важнейшим этапом любого проекта с участием ИИ является этап сбора и подготовки качественных данных. От полноты и достоверности исходной информации зависят точность прогнозов и правильность принимаемых решений. Необходимо организовать сбор сведений обо всех значимых факторах, влияющих на объект проектирования: географическом положении участка застройки, климатологических характеристиках региона, существующих нормах охраны труда и технике безопасности, технических параметрах предлагаемых материалов и конструктивных решений. Важно собрать статистически репрезентативную выборку исторических данных о предыдущих аналогичных объектах, прошедших проверку временем и подтвердивших свою работоспособность. Например, если речь идет о реконструкции исторического здания, полезно привлечь фотографии и архивные планы XIX века, карты местности, отчеты реставраторов прошлых десятилетий. Все это даст возможность учесть культурное наследие и выявить скрытые закономерности.

Следующий шаг заключается в очистке собранных данных от шума, устранении дублирования записей, нормализации значений и приведении разнородных файлов к единому формату. Только после тщательной предварительной обработки информация готова к передаче в качестве входных данных нейросети.

Этап 3. Подбор подходящей модели и алгоритма

Выбор конкретной модели и алгоритма зависит от характера решаемой задачи и объема доступной информации. Существует множество готовых библиотек и фреймворков, облегчающих запуск первых экспериментов. Некоторые популярные библиотеки Python включают TensorFlow, PyTorch, Scikit-Learn, Keras и др.

Чаще всего применяются три типа моделей:

- Линейные регрессии и деревья решений — подходят для простых задач классификации и ранжирования объектов.
- Рекуррентные нейронные сети (RNN) — эффективны при работе с временными последовательностями, такими как изменение температуры или нагрузки на фундамент.
- Свёрточные нейронные сети (CNN) — полезны для анализа изображений и трехмерных моделей, например, фотографий фасада или разрезов здания.

Чтобы правильно подобрать инструмент, рекомендуется провести тестирование нескольких моделей на контрольных наборах данных и сравнить полученные результаты. Лишь убедившись в достаточной точности и стабильности работы выбранного инструмента, можно переходить к следующему этапу.

Этап 4. Интерпретация результатов и внесение изменений в проект

Завершающим этапом является интерпретация полученной информации и принятие управленческих решений. Часто случается, что вывод алгоритма выглядит непривычно или противоречит устоявшимся стереотипам. Поэтому важно критично оценивать рекомендации, сопоставляя их с опытом профессиональных сотрудников и проверяя гипотезы дополнительными методами.

Кроме того, большое значение приобретает работа по улучшению первоначального проекта. Если найденная модель показала слабые места существующей конструкции или предложила неожиданное решение, целесообразно внести соответствующие поправки и повторить цикл расчётов заново. Этот принцип называется циклом обратной связи и лежит в основе многих успешных практик управления сложными техническими объектами. Также полезно документировать ход работы, фиксируя про-

межуточные итоги, комментарии специалистов и принятые решения. Такая документация станет ценным ресурсом для последующих поколений инженеров и архитекторов, помогая избегать повторения ошибок и накапливать положительный опыт.

Хотя российские практики пока отстают от западных коллег по масштабам внедрения ИИ, постепенно появляются знаковые проекты, демонстрирующие реальный вклад инновационных технологий в улучшение характеристик зданий и сооружений.

Приложение ИИ для расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций

Специалисты Научно-исследовательского института строительной физики РАН разработали уникальный программный продукт на основе искусственных нейронных сетей, предназначенный для быстрого определения коэффициента сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытий. Программа была успешно апробирована на десятках реальных объектов различного назначения, расположенных в разных регионах России. Результаты показали значительное уменьшение времени выполнения расчетов и увеличение точности на 15%. За счет применения нового подхода удается экономить значительные средства заказчиков, сокращая срок окупаемости инвестиционных вложений.

Создание интерактивных виртуальных моделей городских районов

Крупнейшие московские девелоперы начали применять технологию AR/VR для демонстрации покупателям квартир виртуальных интерьеров будущих домов. Теперь клиенты могут буквально пройтись по будущим квартирам, оценить освещённость помещения, качество отделки и планировку комнаты ещё до начала строительства дома. Реализовано это стало возможно благодаря мощностям облачной платформы Яндекс.Облако и применению алгоритмов глубинного обучения для генерации реалистичных рендеров. Подобный подход увеличивает продажи на 10—15%, улучшает репутацию застройщика и повышает лояльность покупателей.

Автоматизация подбора местоположений точек притяжения туристов

В рамках всероссийского конкурса «Цифровой город», организованного Минстроем России, группа исследователей из ИТМО представила автоматизированную систему, определяющую наиболее привлекательные маршруты передвижения туриста в пределах исторической части города Сочи. Разработанная ими нейросеть учитывала сразу четыре десятка факторов, включая расстояние до достопримечательностей, удобство транспортной развязки, наличие парковочных мест и точки питания. Уже первые испытания подтвердили жизнеспособность предложенной идеи: туристы отметили рост удобства перемещения по городу почти вдвое, снизив утомляемость и увеличив продолжительность экскурсий.

Все перечисленные случаи иллюстрируют реальную пользу от применения искусственного интеллекта и подтверждают важность продолжения научно-технических поисков в данном направлении.

Применение искусственного интеллекта приносит значительную выгоду участникам строительного процесса, однако оно сопряжено с рядом трудностей и ограничений. Рассмотрим подробнее некоторые из них.

Положительный эффект состоит в следующем:

1. Повышение производительности труда. Большинство стандартных задач по проверке документов и подбору материалов теперь выполняется машинами гораздо быстрее и точнее, освобождая человеческие ресурсы для творческой деятельности.

2. Сокращение затрат на проектирование и реализацию. Используя предиктивную аналитику, компании снижают вероятность появления непредвиденных ситуаций, уменьшают запас прочности конструкций и уменьшают резервные фонды.

3. Улучшение качества продукта. Наличие постоянно обновляемых баз знаний и доступ к опыту лучших мировых практик делают возможным быстрое заимствование передовых идей и отказ от устаревших решений.

4. Увеличение уровня удовлетворённости клиентов. Индивидуализация предложений, гибкость адаптации под нужды заказчика и простота коммуникации способствуют росту доверия и лояльности потребителей.

5. Экологическая устойчивость. Умные алгоритмы помогают находить компромисс между функциональностью здания и заботой о природе, снижая нагрузку на природу и повышая общую привлекательность территорий.

Вместе с тем нельзя игнорировать ряд негативных моментов, возникающих при внедрении ИИ в проектирование:

1. Высокая стоимость разработки и сопровождения систем искусственного интеллекта. Пока подобные технологии остаются дорогостоящими, доступными лишь крупным игрокам рынка.

2. Низкое доверие представителей профессионального сообщества к результатам работы нейросетей. Многие архитекторы и инженеры предпочитают полагаться исключительно на собственный опыт и знания, опасаясь потерять квалификацию и независимость принятия решений.

3. Отсутствие нормативно-правовой базы, регулирующей ответственность сторон при возникновении споров, вызванных ошибочной работой программы.

4. Риски нарушения конфиденциальности и безопасности данных. Любые попытки взлома серверов и кражи персональных сведений грозят серьезными финансовыми потерями и репутационными рисками.

5. Нехватка квалифицированных кадров. Специалистов, умеющих грамотно интегрировать ИИ в повседневную практику, крайне мало, что замедляет темпы распространения цифровых решений.

Обсуждение

Развитие технологий ставит новые этические вопросы, касающиеся прав интеллектуальной собственности, конфиденциальности личной информации и влияния роботов на занятость населения. Рассмотрение каждого из этих аспектов выходит далеко за рамки настоящего обзора, однако остановимся на некоторых ключевых моментах.

Во-первых, следует задуматься о правомерности присвоения авторства творческим изделиям, созданным с использованием искусственного интеллекта. Кто считается автором — тот, кто разработал программу, владелец компьютера или сама машина? Сегодня законодательство большинства стран оставляет этот вопрос открытым, создавая неопределенность и правовые коллизии.

Во-вторых, возникает проблема защиты частных лиц от несанкционированного доступа третьих лиц к личным данным, вводимым пользователями при взаимодействии с онлайн-сервисами проектирования. Нужно разработать специальные механизмы обезличивания информации и её шифрования, исключающие возможность злоупотребления конфиденциальными сведениями. Наконец, важную роль играют опасения относительно замены высококвалифицированного персонала низкоквалифицированными операторами, управляющими роботами. Следует помнить, что автоматизация создает новые рабочие места и профессии, а значит необходим целенаправленный переучивание работников, оказавшихся невостребованными в традиционных сферах занятости.

Этическая сторона вопроса важна настолько же, насколько важны сами технологические прорывы.

Рынок технологий искусственного интеллекта продолжает расти быстрыми темпами. Согласно отчету аналитической фирмы IDC, мировой рынок ИИ вырастет с $55 млрд в 2020 г. до $125 млрд в 2025 г. Более половины этого прироста придется на сферу промышленного производства и строительства. Наиболее вероятными сценариями развития ситуации станут следующие события:

• Дальнейшее совершенствование моделей глубокого обучения и повышение их вычислительной мощности.

• Появление гибридных подходов, объединяющих силу классического проектирования и силы машинного интеллекта.

• Расширение применения блокчейн-технологий для верификации авторских прав и подтверждения подлинности сертификатов качества.

• Активное участие государственных органов власти в стимулировании перехода предприятий на цифровой формат ведения делопроизводства.

Россия обладает всеми необходимыми предпосылками для активного участия в глобальном рынке услуг и продуктов ИИ. К примеру, вузовская наука активно занимается разработкой оригинальных алгоритмов анализа спутниковых снимков для мониторинга земель и диагностики аварийных состояний зданий. Крупнейший отечественный оператор телеком-услуг Ростелеком реализует пилотные проекты по внедрению цифрового двойника завода «Ростсельмаш». Национальная технологическая инициатива «НейроНет» объединяет ученых и предпринимателей вокруг общей задачи — формирования здоровой конкурентоспособности российского ИИ-продукта на мировом уровне.

Конечная цель всех инициатив — формирование новой культуры проектирования, ориентированной на высокое качество продукции, эффективное использование ограниченных ресурсов и социальную справедливость.

Заключение

Можно утверждать, что ИИ является мощным и высокоэффективным инструментом который позволяет значительно усовершенствовать процесс проектирования зданий и сооружений.

Использование ИИ эффективно решает важные задачи, включая автоматизацию расчетов, оптимизацию формы и размеров конструкций,

повышение энергоэффективности и снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Важно отметить успешное внедрение ИИ как зарубежными компаниями, так и российскими организациями, внедряющими передовые решения в своей повседневной практике, что привело к сокращению времени проектирования, снижению эксплуатационных затрат, сокращению ошибок.

Таблица 1
Эффективность ИИ

Эффективность ИИ			
Показатель	Традиционные методы	С применением ИИ	Прирост / Снижение
Время проектирования	12–18 месяцев	7–9 месяцев	–35%
Точность теплотехнических расчётов	±10%	±3%	+7%
Снижение эксплуатационных затрат	–	20–30%	–25%
Сокращение ошибок в документации	5–7%	1–2%	–70%

Важными факторами успешной интеграции ИИ выступают качественная подготовка данных, правильный выбор алгоритмов и четкое понимание целей применения новой технологии.

Ключевыми проблемами остаются высокая стоимость разработки и поддержания инфраструктуры, недостаточное регулирование правовых отношений и нехватка квалифицированных специалистов.

Для преодоления существующих проблем внедрения ИИ в строительной отрасли необходимо развивать сотрудничество между бизнесом, наукой и государством, активнее инвестировать в подготовку кадров и совершенствовать национальную нормативную базу.

В конечном итоге правильное сочетание человеческих компетенций и возможностей машин приведет к формированию принципиально новой парадигмы проектирования, характеризующейся высокой производительностью, точностью и ответственным отношением к потребностям общества.

Литература

1. Смоляров АВ, Карпов ДА, Русинович ЕС. Использование искусственного интеллекта в архитектуре и дизайне. Вестник МГСУ. 2020;(3):113–125.
2. Чубаров МН, Юдин ГБ. Компьютерное зрение в архитектурном проектировании: состояние и перспективы. Мир науки, культуры, образования. 2019;(5):135–141.
3. Морозов ЛП, Федоров ВИ. Опыт применения нейросетевого моделирования в оценке пожарных рисков многоэтажных жилых комплексов. Строительная механика и расчет сооружений. 2020;(1):12–21.
4. Федосеев АГ, Соколов МЮ. Технология генерации и синтеза архитектурных решений средствами искусственного интеллекта. Информационные технологии. 2019;(4):14–22.
5. Антонов ВМ, Новиков СЛ. Принцип автоассоциации в системах компьютерной графики. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020;(1):25–34.
6. Иванов ВЕ, Колесников ЯД. Концепция цифровых двойников в управлении качеством промышленной продукции. Вестник Московского государственного университета приборостроения и информатики. 2019;(4):45–53.
7. Николаев АА, Петров ФК. Особенности восприятия и переработки зрительной информации человеком и машиной. Наукоёмкие технологии. 2020;(2):12–20.
8. Захарова ОВ, Андреев ИФ. Архитектурная композиция и современные информационные технологии. Российские университеты: архитектура и искусство. 2019;(1):103–112.
9. Степанова ЕН, Иванова ТВ. Анализ динамики изменений внешнего облика городов с использованием технологий машинного обучения. Геодезия и картография. 2020;(3):56–65.
10. Щербаков АН, Шутов ВВ. Экспертные системы и когнитивное моделирование в принятии решений. Изобретатель и рационализатор. 2019;(12):23–31.

The use of artificial intelligence in the design of buildings and structures

Kolchin V.N.
National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article discusses current issues of the use of artificial intelligence (AI) in the design of buildings and structures. The author analyzes the prerequisites for the introduction of AI in the construction industry related to digitalization, the increasing complexity of urban planning conditions and the need to increase economic efficiency. The basic concepts and terminology are presented, and the stages of the AI methodology are described: from setting goals and collecting data to interpreting results. Special attention is paid to the practical experience of implementing machine learning technologies and neural networks in both foreign and Russian design practice, including examples of generative design, calculation of thermal engineering characteristics and logistics automation. The key advantages of using AI (productivity growth, cost reduction) and existing barriers (high cost, shortage of personnel, lack of regulatory framework) have been identified. In conclusion, the prospects for the development of intelligent systems in construction and the need to form a new design paradigm based on the symbiosis of human experience and computing power are outlined.

Keywords: artificial intelligence, engineering, computer-aided design, neural networks, digitalization, machine learning, construction industry, economic efficiency.

References

1. Smolyarov AB, Karpov YES, Rusinovich EU. The use of artificial intelligence in architecture and design. Bulletin of MGSU. 2020;(3):113-125.
2. Chubarov MN, Yudin GB. Computer vision in architectural design: current state and prospects. The world of science, culture, and education. 2019;(5):135-141.
3. Morozov LP, Fedorov VI. The experience of using neural network modeling in assessing fire risks of multi-storey residential complexes. Construction mechanics and calculation of structures. 2020;(1):12–21.
4. Fedoseev AG, Sokolov MU. Technology of generation and synthesis of architectural solutions by means of artificial intelligence. Information technologies. 2019;(4):14-22.
5. Antonov VM, Novikov SL. The principle of auto-association in computer graphics systems. News of higher educational institutions. Construction. 2020;(1):25-34.
6. Ivanov VE, Kolesnikov J. The concept of digital twins in industrial product quality management. Bulletin of the Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science. 2019;(4):45–53.
7. Nikolaev AA, Petrov FC. Features of perception and processing of visual information by man and machine. High-tech technologies. 2020;(2):12-20.
8. Zakharova OV, Andreev IF. Architectural composition and modern information technologies. Russian universities: Architecture and Art. 2019;(1):103-112.
9. Stepanova EN, Ivanova TV. Analysis of the dynamics of changes in the external appearance of cities using machine learning technologies. Geography and cartography. 2020;(3):56–65.
10. Shcherbakov AN, Shutov VV. Expert systems and cognitive modeling in decision-making. Inventor and Innovator. 2019;(12):23-31.

Особенности архитектурного облика современных школ и советского периода

Коновалова Елена Андреевна
старший преподаватель кафедры «Архитектура» Института ИАГ, НИУ МГСУ, hpy_saga@mail.ru

В статье рассматриваются проекты школ Московского региона, начиная с периода массовой типовой застройки начала 50 гг. XX в до сегодняшних дней. Приведен сравнительный анализ внешнего облика, фасадов и архитектурно-планировочных решений советских и современных школьных зданий. Целью исследования является выявление ключевых изменений в подходах к формированию архитектурного облика школьных зданий и определение векторов их развития в московском регионе. Особое внимание уделяется эволюции архитектурных стилей: от монументального неоклассицизма сталинской эпохи к функционализму 1960–1980-х годов и далее к современным подходам, включающим модульные системы, трансформируемые пространства и панорамное остекление. Методологическую основу работы составил сравнительно-исторический анализ. Основные результаты демонстрируют переход от закрытых, иерархичных структур к открытым, интегрированным в городскую среду комплексам с гибкой планировкой. Значимость исследования для науки заключается в систематизации архитектурного опыта проектирования школ в московском регионе за большой временной промежуток, что создает основу для дальнейших теоретических и практических разработок в области образовательной архитектуры.

Ключевые слова: типовой проект, школьное здание, архитектурный облик школ, современная школа.

Введение

Архитектура представляет собой среду, с которой повседневно встречается каждый человек, которая определяет его эмоции, ощущения и мировосприятие, причем, как на чувственном, так и на физическом уровне. Дети намного более восприимчивы к воздействию, поэтому вопрос проектирования архитектуры для детей был и остается актуальным. Особенно чувствительны к любым внешним факторам дети с особенностями развития, они требуют особой образовательной среды [1], что прописано в Федеральном законе от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 17.02.2023) «Об образовании в Российской Федерации» [2].

Школа — это не просто здание, где ребенок получает среднее образование, проводя там значительную часть своего времени. Это место социализации, формирующее взаимосвязь ребенка с внешним миром, «микросреда, способная генерировать социальный капитал и формировать чувство принадлежности» [3]. Тотальный доступ к информации выдвигает на первый план такие качества, как способность критически мыслить и эффективно работать с данными. Дизайн и условия в помещениях, где проходят занятия, имеют решающее значение, поскольку влияют не только на комфорт и самочувствие учеников, но и на их когнитивные функции и успеваемость [4-6]. В этом контексте архитектура перестаёт быть просто пространством – она превращается в действенный инструмент образования, создавая среду, которая способствует развитию и закреплению этих важных навыков. Таким образом, именно перед архитектором стоит важная задача – формировать такую среду снаружи и внутри здания.

За последние годы не только возросло количество строящихся образовательных объектов [7], но и изменился качественный подход к проектированию школ [8]. Все большее количество исследований подтверждает необходимость создания благоприятной физической среды в школах средствами планировки и дизайна, а в случае со старыми зданиями принятие мер по модернизации пространства школы и благоустройства пришкольной территории [9].

Целью данной работы является выявление основных направлений трансформации архитектурно-планировочных решений школьных зданий в Московском регионе путем сравнительного анализа типовых проектов советского периода с 50-х годов XX в и современных образовательных комплексов, а также определение факторов, обусловивших эти изменения.

Методы и материалы исследования

В статье использован метод сравнительного анализа при сопоставлении типовых проектов советских школ и современных средних образовательных учреждений. Методом обобщения проведена оценка изменений архитектурно-художественного облика зданий за последние 70 лет.

Для анализа были выбраны 10 типовых школ, строившихся в СССР в Москве и области с 1949 по 2010 год, и 12 современных проектов, реализованных в том же регионе с 2018 по 2025 год, а также один строящийся объект. Данные по этим школам представлены в таблице №1.

Таблица № 1

Имя	Фасады	Композиция плана	Год/ года	Этажность	Вместимость (учащихся)	Общая площадь (м2)
Типовые советские школы						
Проект Л.А. Степановой	Кирпич	Линейная	1949	4	880-960	3846-4808
Проект Л.А. Степановой	Кирпич	Линейная	1951	5	880	3683
С-1, Ю-1	Кирпич	Линейная	1954	5	880	3855
Т-2, Т-3, МЮ	Панели со штукатуркой	Линейная	1955 - 1960	5	550-880	4400
65-426/1, V-27, V-29	Панели со штукатуркой	Линейная	1963-1995	1-3	550	6000
V-76	Панели с отделкой плиткой	Линейная	1976-1990	3	1170	7300

222-1-278	Панели с отделкой плиткой	Линейная	1977	4	1568	7559
V-79, И-605А	Панели с отделкой плиткой	Линейная	1983-2010	1-4	990	8300
V-92, И-1577А	Панели с отделкой плиткой	Периметральная	1983-2014	4	750	7800
Современные российские школы						
Летово	Клинкерный кирпич	Блочная	2018	4	1012	19128
Домодедовский лицей № 3	Декоративные панели	Блочная	2018	1-3	275	7085
Бутово СОШ №1	Декоративные панели, кирпич	Блочная	2019	3-4	1375	6552
Лопатинская СОШ	Штукатурка	Блочная	2019	4	1100	16670
ВСОШ ЖК «Спутник»	Декоративные панели	Линейная	2020	2-3	825	6148
Гимназия №16 к. 2 г. Мытищи	Декоративные панели	Блочная	2020	2-4	1100	17850
СОШ Гимназия № 1 г. Волоколамск	Клинкерный кирпич	Периметральная	2020	4	825	13630
СОШ № 4 п. Тучково	Декоративные панели металл	Блочная	2020	3	550	10890
Люберецкая СОШ № 28 к.	Штукатурка	Линейная	2021	3-4	1100	17921
СОШ № 10 г. Павл. Посад	Керамогранит, металлические панели	Блочная	2022	2-4	1100	17850
СОШ № 21 г. Сергиев Посад	Декоративные панели	Блочная	2024	3	550	10890
СОШ № 1 в Подольске (Климовск)	Декоративные панели	Периметральная	2025	2-3	1100	28216
Строящиеся школы						
СОШ в р-не Митино село Рождествено	Клинкерный кирпич	Линейная	-	2-4	1100	17850

Результаты и обсуждение

Выявим типологические особенности и проведем сравнительный анализ функционально-планировочной структуры школ разного периода.

Типологические особенности рассмотренных школ напрямую связаны с социальной ситуацией в стране, определившей «архитектурный» код той или иной эпохи. Рассмотрим объекты различных временных периодов.

Начало 1950-х – конец довоенного периода. Внешний облик школы сохраняет образ «знания-дворца», неоклассические формы на фасаде, колонны, лепнина, авторский проект. Объемно-планировочное решение со следующими характерными чертами: один компактный объем; прямоугольная линейная планировка, с широкими коридорами, высокими потолками, классы большой площади, есть большой актовый и спортивный зал. Материалом для строительства служит кирпич. Преобладает этажность в 4-5 этажей.

Конец 1950-х – 1960-е годы – период индустриализации. Во внешнем облике происходит отказ от излишеств, в пользу функционализма и экономии. Наравне с новыми типовыми проектами продолжают использоваться старые, упрощенные снаружи, иногда сокращенные по площади здания. Вместо кирпича широко используют блоки, начинают внедрять каркасно-панельное строительство.

1970-е – 1980-е годы – период развитого социализма. В архитектуре построек заметно усложнение композиции объемов, появляются блокированные и блочно-секционные школы. Внешне внедряются индустриальные методы, разнообразие фасадов достигается за счет цветных и фактурных панелей, отделки плиткой, включения стеклянных переходов. В планировке увеличивается набор специализированных кабинетов (лаборатории), рекреации из коридоров становятся зальными. Этажность основных корпусов – не выше 3-4 этажей. Площадь школ увеличилась в 1,5-2 раза по сравнению с предыдущими периодами, при этом, вместимость колеблется, от в среднем от 750 до 1500 человек, по сравнению с предыдущими периодами, где вместимость составляла в среднем 550-880 человек.

Современный период. Происходит разделение на типовые проекты (нового поколения с учетом современных норм) и индивидуальные проекты, чаще в составе жилых комплексов или частные школы. Отсутствует единый стиль школ, отделка зависит от градостроительной ситуации, специализации школы, автора проекта, имеющего свой стиль. Даже типовые школы, одинаковые по планировке, в зависимости от района, могут иметь различные фасадные решения и организацию школьного двора. Визуальная принадлежность типологии «считывается» за счет ярких либо экологичных цветов, больших площадей фасадного остекления, тем самым, вовлечения окружающего пространства и благоустройства пришкольной территории.

Композиционные решения планов: среди типовых советских школ преобладает линейная схема композиции (6 из 10) и коридорную систему. Среди современных типовых проектов преобладает блочная композиция плана (9 из 13), 3 линейные и 1 периметральная. При этом уникальные проекты имеют павильонную и ячейково-зальную схему группировки помещений.

По результатам анализа сделано наблюдение, что строительство типовых современных проектов характерно для подмосковных городов, а чем здание ближе к административному центру – Москве, тем чаще встречаются индивидуальные авторские проекты и адаптивные решения.

Таким образом, можно сделать вывод, что за 75 лет архитектура школ прошла путь от авторских проектов во время сталинской эпохи, через повсеместную унификацию к новому разнообразию и индивидуализации в современной архитектуре, обусловленной новыми потребностями общества и социальной-экономической ситуацией.

Сравнительный анализ функционально-планировочной структуры наметил несколько аспектов для рассмотрения.

Принцип зонирования. В советских школах прослеживается вертикальное или горизонтальное зонирование, с отделением начальных классов. Отельные помещения группируются по функциональному признаку (пищеблок, спортзал, учебные классы, входная зона). Современная школа в типовых проектах чем-то повторяет советское наследие, но в основном характерно зонирование по принципу «общественных центров». Появляются открытые пространства: атриумы, зоны коворкинга, трансформируемые зальные помещения. Во многих проектах наблюдается тенденция отсутствия границ между «классом» и коридором» [10].

Отдельно хотелось выделить *организацию коммуникаций* – роль коридоров и рекреаций. В советской школе коридор сначала имел роль транзитную и рекреационную, позже произошло строгое разделение функций – коридоры только для коммуникации, рекреация становится залом рядом с классами, чьи размеры рассчитаны строго по нормам. В современных российских проектах рекреация рассматривается как многофункциональное пространство для общения, самостоятельной работы, выставок, тихого отдыха. Коридоры становятся шире, превращаясь в «коммуникационные улицы».

Особого внимания заслуживают *входные зоны*. В СССР мы наблюдаем один главный (парадный) вход в школу, как символ единства, плюс хозяйственные, они же – эвакуационные выходы у лестниц. Пространство тамбуров минимальное, площадь вестибюля около 50 м2, он включает в себя функции вахты, тамбура и гардероба. Архитектура как правило закрытая, предполагающая короткое пребывание, отсутствует визуальная связь с наружным пространством, безопасность минимальная.

Современные школы оснащены минимум тремя обозначенными входами – главным, для начальной школы и для хозяйственной зоны, дополнительно у каждой лестницы есть эвакуационный выход. Площадь, отводимая на вестибюль, составляет 200-300 м2, она превращается в «фойе – ключевое пространство для всего сообщества школы» [11] и вмещает ресепшн, зоны ожидания, турникеты с охраной (КПП), медиаэкраны, выставки и прочее. Визуальный облик входных зон открытый, прозрачный, с видом во двор и большим обзором. Крыльцо школы оснащено навесом, зачастую продолжается амфитеатром выходящим, во двор.

Специализация помещений в типовых проектах советского времени сводилась к разделению мастерских (кабинет труда) для девочек и мальчиков, наличию спортзала, столовой и библиотеки. Современный список обязательных помещений значительно вырос, появилось много новых типов: медиатека, IT-класс, кино-фото-лаборатории, кабинеты для творчества, универсальные залы для хореографии и единоборств и другие.

Трансформируемость пространства полностью отсутствует в советских школах, тогда как в большинстве современных проектов изначально закладывается возможность быстрой перепланировки средствами раздвижных перегородок, мобильной мебели, - многофункционального использования помещений.

Рассмотрев функционально-планировочную структуру нескольких эпох, можно сделать вывод, что планировки эволюционировали от замкнутой и строгой системы «класс-коридор», нацеленной на фронтальное обучение, к открытой, гибкой многофункциональной среде, стимулирующей коммуникацию, проектную деятельность и индивидуализацию обучения [12].

Проведем оценку архитектурно-художественных решений школьных зданий рассматриваемого периода.

Сравнивая *внешний облик* школ прошлого века, мы наблюдаем эволюцию фасадов от парадной монументальности в сталинскую эпоху, че-

рез аскетичный минимализм и брутальность, как символы индустриализации, к попыткам декоративного разнообразия с использованием мозаик и цветных панелей в позднем СССР.

В XXI веке архитекторы достигают выразительности через сочетание и композицию объемов, световых фонарей атриумов, а также с помощью современных отделочных материалов (керамогранит, фибробетон, металлокассеты, стальные и деревянные элементы), сочетание глухих и остекленных поверхностей. Изменение подхода к отделке фасадов повлекло ряд других преимуществ. Которые отображены на диаграммах (Рис. 1).

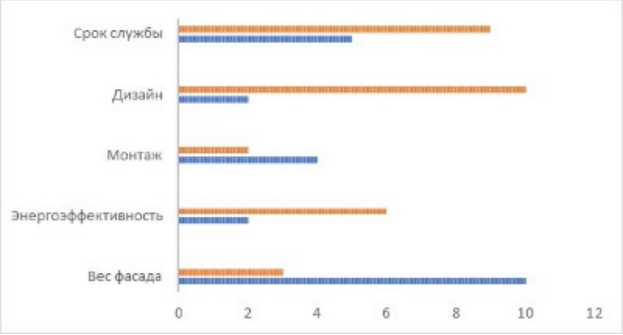
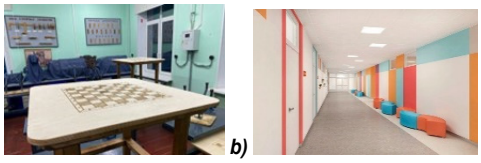


Рис. 1. – Сравнение отделки школ

Интерьеры и цветовая гамма. В дизайне советских школ, как и в любой архитектуре того времени, повсеместно господствует утилитаризм. Стены выкрашиваются в стандартный в светло-зеленый или бежевый цвет в классах, коричневый в коридорах, на полу лежит паркет (в сталинских школах), а в основном, линолеум; на потолке строгие светильники (Рис 2а).

Сегодня интерьер рассматривается как часть образовательной среды [13], проектировщики используют научный подход и исследования по психологии цвета и света [14-16]. В отделке используются яркие акценты, зонирование цветом, разные сценарии освещения, навигация (пиктограммы, указатели). Комфорт и эстетика становятся приоритетом (Рис 2б).



a) **b)**

Рис. 2. – Интерьеры школ: а) типовая школа серии МЮ в Москве (№ 1522); б) интерьер СОШ №21 Сергиев Посад

Синтез искусств. В сталинскую эпоху школы украшали неоклассические элементы: колонны, козырьки, барельефы с изображением писателей и поэтов. В 1970-80-х годах, было распространено украшение школ монументальными панно (мозаика, сграффито) на пионерско-комсомольскую тематику, как попытка внести искусство в типовую среду. Архитектурно-художественный облик школ прошел путь от идеологизированного монументализма и технологического универсализма к гуманизации и эстетизации среды, где дизайн направлен на создание психологического комфорта, вдохновения и ощущения «второго дома».

Эволюция школьной архитектуры не является линейным отказом от прошлого. Это сложный процесс преемственности и трансформации, где советский переосмысливается и дополняется новыми подходами, при этом процесс идет неравномерно в центре и в регионах.

Сегодня интеграция искусства происходит иначе – через дизайн, арт-объекты, инсталляции, часто созданные с участием самих учеников, сменные выставки.

Выводы

Современные школы значительно увеличились по площади по сравнению с советскими, вместе с этим выросла и наполняемость. Тем не менее плотность учеников в школе уменьшилась, что делает школы комфортнее. Это связано с новыми нормами проектирования школ [17], с мировыми тенденциями и исследованиями в области образовательных учреждений [18], с расширением функций и обогащением архитектурно-пространственной организации школы [19]. Развитие образовательных процессов и усложнение школьной архитектуры идут рука об руку. Концепция «обучения через всю жизнь» повышает статус образования, расширяет его присутствие в жизни человека и, как следствие, требует принципиально новых архитектурных решений.

Форма школьных зданий усложнилась, она играет немаловажную роль в архитектурном восприятии облика. Внутреннее пространство видоизменилось, стимулируя разнообразие деятельностей и общения. Школы стали более открыты внешнему пространству – появилось много панорамного остекления, внутренних дворов, территория вокруг здания благоустраивается, предполагая занятия и проектную деятельность на открытом воздухе. В отделке фасадов используется множество современных материалов, внешний образ школы не повторяется даже в типовых проектах. Общие данные по исследованию отображены в таблице № 2.

Таблица № 2
Общая сводная таблица результатов.

Критерий сравнения	Советский период (1950-1990)	Современный период (2000-2025)
Градостроительство	Встроенность в квартал, фоновая застройка	Акцент, доминанта района, городской сервис
Планировка	Коридорная, симметричная	Атриумная, блочная, кластерная
Фасад	Плоскостной, сталинский ампир или минимализм (брежневский)	Объемный, динамичный, с акцентными вставками
Свет	Нормированный, стандартные окна	Панорамный, «второй свет», зенитные фонари
Связь с окружением	Изоляция (высокий забор)	Интеграция (прозрачные ограждения, открытые стадионы для горожан)

Архитектурно-художественный облик школ прошел путь от идеологизированного монументализма и технологического универсализма к гуманизации и эстетизации среды, где дизайн направлен на создание психологического комфорта, вдохновения и ощущения «второго дома».

Эволюция школьной архитектуры не является линейным отказом от прошлого. Это сложный процесс преемственности и трансформации, где советский переосмысливается и дополняется новыми подходами, при этом процесс идет неравномерно в центре и в регионах.

Литература

1. Jebril T., Chen Y.: The architectural strategies of classrooms for intellectually disabled students in primary schools regarding space and environment. Ain Shams Engineering Journal 12(1), 821-835 (2021).

2. Федеральный закон об образовании в российской федерации: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/, last accessed 2026/03/20

3. Elaiho C.R., Gundacker C., Chelius T.H., Currie B., Meurer JR: Schools as Neighborhoods: A Holistic Framework for Student Well-Being, Opportunity, and Social Success. Children (Basel), 13(1), 59. (2026).

4. Al Qutub R., Luo Zh., Vasilikou C., Tavassoli T., Essah E., Marcham H.: Impacts of school environment quality on autistic pupil's behaviours – A systematic review. Building and Enviroment. vol.265 (2024).

5. Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T., Khabibulina A.G., Khabibulina A.M., Biktemirova E.I.: Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using biophilic principles and techniques. E3S Web of Conferences 402, 07016 (2023)

6. Buljat, P., Kovačević, D., & Kulčar, R. The Impact of Color Hue Combinations on Reading Performance and Comprehension. Applied Sciences 14(24), 11498. (2024).

7. Сетевое издание Ведомости Homepage: https://www.vedomosti.ru/gorod/ourcity/articles/300-obrazovatelnih-obektov, last accessed 2026/03/20

8. Сетевое издание Ведомости Homepage: https://re.vedomosti.ru/architecture_design/columns/2021/09/19/887301-kak-menyaetsya-arhitektura-shkol-v-rossii, last accessed 2026/03/20

9. Wen Q., Zhou Q., Ye H., Guo Q., Shan J., Huang Z.: A Perceptual Assessment of the Physical Environment in Teaching Buildings and Its Influence on Students' Mental Well-Being. Buildings 14(6), 1790 (2024).

10. Ma, J., & Yang, Q.: Optimizing Annual Daylighting Performance for Atrium-Based Classrooms of Primary and Secondary Schools in Nanjing, China. Buildings 12(12), 2045 (2022).

11. ATRIUM: «Архитектура развития. Методология проектирования современных школ». Проект Россия, Москва (2022).

12. Abdillayev B.: Features of designing school buildings for modern educational institutions. Journal of Applied Science and Social Science, 1(3), 623-626 (2025).

13. Miano A., Chiumiento G.: An Innovative School Building Design in the Town of Montemiletto. The Open Civil Engineering Journal, Volume 14 (2020).
14. Sun, Y., Qi, N., Zhan, J., & Yin, J.: The Impact of Cool and Warm Color Tones in Classrooms on the Perceived Emotions of Elementary School Students in Northwest China. Buildings, 14(10), 3309 (2024).
15. Baper, S. Y., Husein, H. A., & Salim, S. S.: The impact of colour on students' perception in learning spaces. Tikrit Journal of Engineering Sciences, 28(2), 33-43 (2021).
16. Diachenko I., Kalishchuk S., Zhylin M., Kyyko A.: Color education: A study on methods of influence on memory. *Heliyon,* 8(3), e11607 (2022).
17. СП 251.1325800.2016 Свод правил. Здания общеобразовательных организаций. Правила проектирования. Homepage: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=494458, last accessed 2026/03/20
18. Bautista G., Lopez-Costa M.: Smart learning spaces considering the integration of the pedagogical, environmental and digital dimensions: a systematic review. Learning Environments Research, volume 28, 455–472 (2025).
19. akvk+partners: Школы. Включить новую жизнь. Школа как центр сообщества: история, современность и перспективы концепции. akvk+partners, Москва (2025)

Features of the architectural appearance of modern schools and the Soviet period

Konovalova E.A.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the projects of schools in the Moscow region, starting from the period of mass model construction in the early 50s. XX to this day. A comparative analysis of the exterior appearance, facades, and architectural planning solutions of Soviet and modern school buildings is presented. The purpose of the study is to identify key changes in approaches to the formation of the architectural appearance of school buildings and to determine the vectors of their development in the Moscow region. Special attention is paid to the evolution of architectural styles: from the monumental neoclassicism of the Stalin era to the functionalism of the 1960s and 1980s and further to modern approaches, including modular systems, transformable spaces and panoramic glazing. The methodological basis of the work was a comparative historical analysis. The main results demonstrate the transition from closed, hierarchical structures to open, integrated into the urban environment complexes with a flexible layout. The significance of the research for science lies in the systematization of the architectural experience of designing schools in the Moscow region over a long period of time, which creates the basis for further theoretical and practical developments in the field of educational architecture.

Keywords: standard project, school building, architectural appearance of schools, modern school.

References

1. Jebril T., Chen Y.: The architectural strategies of classrooms for intellectually disabled students in primary schools regarding space and environment. Ain Shams Engineering Journal 12(1), 821-835 (2021).
2. Federal Law on Education in the Russian Federation: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/, last accessed 2026/03/20
3. Elaiho C.R., Gundacker C., Chelius T.H., Currie B., Meurer JR: Schools as Neighborhoods: A Holistic Framework for Student Well-Being, Opportunity, and Social Success. Children (Basel), 13(1), 59. (2026).
4. Al Qutub R., Luo Zh., Vasilikou C., Tavassoli T., Essah E., Marcham H.: Impacts of school environment quality on autistic pupil's behaviours – A systematic review. Building and Enviroment. vol.265 (2024).
5. Kupriyanov V.N., Mirsayapov I.T., Khabibulina A.G., Khabibulina A.M., Biktemirova E.I.: Reconstruction of the volume-planning parameters of schools using biophilic principles and techniques. E3S Web of Conferences 402, 07016 (2023)
6. Buljat, P., Kovačević, D., & Kulčar, R. The Impact of Color Hue Combinations on Reading Performance and Comprehension. Applied Sciences 14(24), 11498. (2024).
7. Online edition of Vedomosti Homepage: https://www.vedomosti.ru/gorod/ourcity/articles/300-obrazovatelnih-obektov , last accessed 2026/03/20
8. Online edition of Vedomosti Homepage: https://re .vedomosti.ru/architecture_design/columns/2021/09/19/887301-kak-menyaetsya-arhitektura-shkol-v-rossii, last accessed 2026/03/20
9. Wen Q., Zhou Q., Ye H., Guo Q., Shan J., Huang Z.: A Perceptual Assessment of the Physical Environment in Teaching Buildings and Its Influence on Students' Mental Well-Being. Buildings 14(6), 1790 (2024).
10. Ma, J., & Yang, Q.: Optimizing Annual Daylighting Performance for Atrium-Based Classrooms of Primary and Secondary Schools in Nanjing, China. Buildings 12(12), 2045 (2022).
11. ATRIUM: "Architecture of development. Methodology of designing modern schools". Project Russia, Moscow (2022).
12. Abdillayev B.: Features of designing school buildings for modern educational institutions. Journal of Applied Science and Social Science, 1(3), 623-626 (2025).
13. Miano A., Chiumiento G.: An Innovative School Building Design in the Town of Montemiletto. The Open Civil Engineering Journal, Volume 14 (2020).
14. Sun, Y., Qi, N., Zhan, J., & Yin, J.: The Impact of Cool and Warm Color Tones in Classrooms on the Perceived Emotions of Elementary School Students in Northwest China. Buildings, 14(10), 3309 (2024).
15. Baper, S. Y., Husein, H. A., & Salim, S. S.: The impact of colour on students' perception in learning spaces. Tikrit Journal of Engineering Sciences, 28(2), 33-43 (2021).
16. Diachenko I., Kalishchuk S., Zhylin M., Kyyko A.: Color education: A study on methods of influence on memory. Heliyon, 8(3), e11607 (2022).
17. SP 251.1325800.2016 Code of Rules. Buildings of educational organizations. Design rules. Homepage: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=494458, last accessed 2026/03/20
18. Bautista G., Lopez-Costa M.: Smart learning spaces considering the integration of the pedagogical, environmental and digital dimensions: a systematic review. Learning Environments Research, volume 28, 455-472 (2025).
19. akvk+partners: Schools. Turn on a new life. School as a community center: history, modernity and perspectives of the concept. akvk+partners, Moscow (2025)

Технологии усиления несущих конструкций при реконструкции зданий

Константинов Данил Сергеевич
бакалавр, НИУ МГСУ, konstantinovdanilofficial13@gmail.com,

Малышев Никита Сергеевич
бакалавр, НИУ МГСУ, nmalysev611@gmail.com,

Верченко Сергей Вадимович
бакалавр, НИУ МГСУ, Sergeyv1001@yandex.ru,

Хмеленко Анна Павловна
бакалавр, НИУ МГСУ, annakkhme@gmail.com,

Силачёва Диана Дмитриевна
бакалавр, НИУ МГСУ, d.slchv777@gmail.com

В статье представлены современные технологии усиления несущих конструкций зданий при реконструкции с учётом результатов научных исследований и практического применения. Проблема рассматривается в связи с физическим износом строительного фонда и необходимостью продления срока его эксплуатации без полного демонтажа. Проанализированы основные причины снижения несущей способности конструкций, в том числе воздействие нагрузок, агрессивной среды и деформации оснований. Рассмотрены традиционные и инновационные методы усиления, такие как увеличение сечения конструктивных элементов, применение металлических обойм, внешнее армирование композитными материалами и инъекционные технологии. Особое внимание уделено сравнительной эффективности методов, их влиянию на прочностные характеристики и эксплуатационные показатели конструкций. Приведены количественные данные, отражающие прирост несущей способности и изменение массы конструкций. Сделан вывод о целесообразности применения комбинированных методов усиления, обеспечивающих максимальную эффективность при минимальных затратах и сроках выполнения работ.

Ключевые слова: усиление конструкций, реконструкция зданий, несущая способность, композитные материалы, инъекционные технологии, железобетон, строительные конструкции, техническое обследование.

В настоящее время большинство зданий эксплуатируются значительно дольше срока, предусмотренного при их проектировании и строительстве. Поэтому требуется применение научно обоснованных методов их усиления. По данным исследований в области реконструкции, порядка 55, 70 % существующих промышленных и общественных зданий нуждаются в усилении или полной либо частичной замене несущих конструкций вследствие физического износа, изменения предъявляемых нагрузок и/или воздействия агрессивной среды. При этом реконструкция рассматривается как совокупность мероприятий, в рамках которых восстановлена или повышена несущая способность конструкций без полного демонтажа здания.

Анализ современных научных публикаций свидетельствует о том, что выбор конкретной технологии усиления зависит от результатов проведённого технического обследования, в рамках которого устанавливаются фактические параметры прочности, деформаций и трещиноватости. Современные методы диагностики позволяют фиксировать изменения напряжённо-деформированного состояния конструкций с погрешностью не более 5, 10 %, что обеспечивает корректный выбор методов усиления и исключает аварийные ситуации.

Широко исследована одна из наиболее традиционных технологий, увеличение площади поперечного сечения элементов с помощью устройства железобетонных «рубашек» или металлических обойм. Известно множество экспериментальных исследований, которые подтверждают, что при увеличении площади поперечного сечения железобетонной колонны на 25, 30 % её несущая способность увеличивается в среднем на 40, 60 % в зависимости от класса бетона и схем армирования. Однако существенным недостатком данного метода является увеличение собственного веса усиливаемой конструкции на 10, 20 %, что требует подтверждения несущей способности фундаментов.

Большой интерес представляют технологии внешнего армирования композитными материалами, в частности углеродными лентами и тканями. Современные исследования показывают, что применение углеродных композитных систем позволяет увеличить несущую способность изгибаемых элементов железобетонных конструкций на 30, 80 % при практически неизменной массе конструкции. В ряде экспериментов выявлено, что показатель эффективности композитного армирования, определяемый как отношение прироста прочности к массе материала, в 10 и более раз превышает аналогичный показатель для стальной арматуры. Существенным преимуществом данного метода является возможность выполнения работ без вывода здания из эксплуатации, что значительно снижает экономические потери.

Инъекционные методы занимают особое место в перечне технологий усиления, так как направлены на восстановление структуры материала. В ряде лабораторных исследований показано, что заполнение трещин эпоксидными и цементными составами под давлением позволяет восстановить до 85, 90 % первоначальной прочности бетона и кирпичной кладки. При этом модуль упругости материала после ремонта увеличивается на 10, 15 %, что свидетельствует об эффективности метода не только для ремонта, но и для усиления конструкций.

Особое значение имеет усиление оснований и фундаментов, так как около 30 % деформаций зданий обусловлены неравномерной осадкой грунтов. В ряде работ показано, что применение инъекционного закрепления грунтов позволяет увеличить их несущую способность на 25, 50 %, а также уменьшить осадку в 2, 3 раза в короткий промежуток времени. Это особенно важно при реконструкции зданий в условиях плотной городской застройки, когда традиционные методы усиления, например устройство свай, затруднены.

Комбинированные методы усиления, сочетающие различные технологии, являются наиболее эффективными. Основываясь на применении таких комбинированных решений, как инъектирование и композитное армирование железобетонных балок, установлено, что результаты экспериментальных исследований позволяют повышение несущей способности до 90, 100 % по сравнению с исходным состоянием, что на 20, 30 % превышает показатели использования отдельных методов.

Дополнительно можно рассмотреть сейсмическое усиление зданий, которое особенно актуально для территорий с высокой сейсмической активностью. Использование обойм, связевых систем и композитных материалов позволяет повысить устойчивость зданий на 2–3 балла по шкале MSK-64, а срок службы конструкций увеличивается до 50 лет. Это

подтверждает высокую эффективность современных методов усиления при динамических нагрузках.

Метод усиления	Прирост несущей способности, %	Изменение массы конструкции, %	Срок выполнения работ	Особенности применения
Железобетонные обоймы	40–60	+10–20	Средний	Надёжный, но увеличивает нагрузку на фундамент
Металлические обоймы	30–50	+5–15	Средний	Требует антикоррозионной защиты
Композитные материалы (углеволокно)	30–80	+1–3	Короткий	Высокая эффективность, минимальный вес
Инъектирование трещин	10–15 (усиление), до 90 (восстановление)	0	Короткий	Восстановление целостности материала
Усиление оснований (инъекции)	25–50	0	Короткий	Эффективно при просадках грунта
Комбинированные методы	до 100	зависит от сочетания	Средний	Максимальный эффект

Обобщение результатов анализа эффективности различных технологий усиления показывает, что современные методы не только позволяют компенсировать снижение прочности конструкций, но и значительно повысить их эксплуатационные характеристики. Наиболее эффективными являются методы, основанные на применении композитных материалов и инъекционных технологий, поскольку они обеспечивают высокий прирост прочности при минимальном увеличении массы конструкции.

Литература

1. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. — М., 2003.
2. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. — М., 2018.
3. Малганов А. И., Плевков В. С., Полищук А. И.. Усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений. — М.: АСВ, 2006. — 320 с.
4. Бондаренко В. М., Бондаренко С. В.. Расчёт и проектирование железобетонных и каменных конструкций. — М.: Высшая школа, 2007. — 876 с.
5. Кудишин Ю. И.. Металлические конструкции. — М.: Академия, 2011. — 336 с.
6. ACI Committee 440. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures (ACI 440.2R-17). — Farmington Hills, 2017.
7. fib International Federation for Structural Concrete. Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. — Lausanne, 2019.
8. Тамбовцев В. И.. Инъекционные методы усиления строительных конструкций // Строительные материалы. — 2020. — № 5. — С. 34–38.
9. Ерофеев В. Т.. Современные методы усиления строительных конструкций при реконструкции зданий // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 4. — С. 45–52.
10. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева. Рекомендации по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. — М., 2018.
11. Хиль Н. Н.. Усиление оснований и фундаментов зданий. — М.: Стройиздат, 2012. — 256 с.
12. European Committee for Standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures. — Brussels, 2004.

Technologies for Strengthening Load-Bearing Structures in Building Reconstruction

Konstantinov D.S., Malyshev N.S., Verchenko S.V., Khmelenko A.P., Silacheva D.D.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article presents modern technologies for strengthening load-bearing structures of buildings during reconstruction, taking into account the results of scientific research and practical application. The problem is considered in relation to the physical deterioration of the building stock and the need to extend its service life without complete demolition. The main causes of the reduction in load-bearing capacity are analyzed, including the effects of loads, aggressive environments, and foundation deformations. Both traditional and innovative strengthening methods are examined, such as increasing the cross-section of structural elements, the use of steel jackets, external reinforcement with composite materials, and injection technologies. Particular attention is paid to the comparative effectiveness of these methods, their impact on strength characteristics, and the operational performance of structures. Quantitative data reflecting the increase in load-bearing capacity and changes in structural weight are presented. It is concluded that the use of combined strengthening methods is advisable, as they ensure maximum efficiency with minimal costs and reduced construction time.

Keywords: structural strengthening, building reconstruction, load-bearing capacity, composite materials, injection technologies, reinforced concrete, building structures, technical inspection.

References

1. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. SP 13-102-2003. Rules for inspection of load-bearing building structures of buildings and cooружений. — Moscow, 2003.
2. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. — Moscow, 2018.
3. Malganov A. I., Plevkov V. S., Polishchuk A. I. Strengthening of reinforced concrete structures of buildings and structures. — Moscow: ASV, 2006. — 320 p.
4. Bondarenko V. M., Bondarenko S. V. Analysis and design of reinforced concrete and masonry structures. — Moscow: Vysshaya Shkola, 2007. — 876 p.
5. Kudishin Yu. I. Steel structures. — Moscow: Akademiya, 2011. — 336 p.
6. ACI Committee 440. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures (ACI 440.2R-17). — Farmington Hills, 2017.
7. fib International Federation for Structural Concrete. Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. — Lausanne, 2019.
8. Tambovtsev V. I. Injection methods for strengthening building structures // Construction Materials. — 2020. — No. 5. — pp. 34–38.
9. Erofeev V. T. Modern methods of strengthening building structures during reconstruction // Engineering Bulletin of the Don. — 2019. — No. 4. — pp. 45–52.
10. Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A. A. Gvozdev (NIIZHB). Recommendations for strengthening reinforced concrete structures with composite materials. — Moscow, 2018.
11. Khil N. N. Strengthening of foundations and substructures of buildings. — Moscow: Stroyizdat, 2012. — 256 p.
12. European Committee for Standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures. — Brussels, 2004.

Организация строительной площадки и её влияние на сроки и качество строительства

Константинов Данил Сергеевич
бакалавр, НИУ МГСУ, konstantinovdanilofficial13@gmail.com,

Малышев Никита Сергеевич
бакалавр, НИУ МГСУ, nmalysev611@gmail.com,

Верченко Сергей Вадимович
бакалавр, НИУ МГСУ, Sergeyv1001@yandex.ru,

Хмеленко Анна Павловна
бакалавр, НИУ МГСУ, annakkhme@gmail.com,

Силачёва Диана Дмитриевна
бакалавр, НИУ МГСУ, d.slchv777@gmail.com

В статье раскрывается влияние организации строительной площадки на сроки и качество выполнения строительных работ на основе анализа современных научных исследований и практики. Рассматриваются основные организационные факторы, в том числе: планирование строительных работ, управление материально-техническими ресурсами, логистика и координация взаимодействия участников строительства. Установлено, что низкий уровень организации часто приводит к снижению производительности труда на 20–30 %, увеличению сроков реализации проектов на 15–25 % и росту дефектности на 25–35 %. Проведён сравнительный анализ традиционных и современных методов организации строительных работ, в том числе с применением цифровых технологий и подходов оптимизации. Особое внимание уделено влиянию проектных решений и системы управления строительными работами на эффективность последних. Сделан вывод, что повышение уровня организации строительной площадки позволит существенно улучшить технико-экономические показатели объектов строительства, сократить сроки выполнения работ и повысить качество строящихся объектов.

Ключевые слова: организация строительной площадки, сроки строительства, качество строительства, производительность труда, строительные процессы, логистика, управление строительством, эффективность строительства.

Организация строительной площадки, это совокупность управленческих, технологических и логистических мероприятий, направленных на обеспечение непрерывности строительного процесса, рационального использования ресурсов и соблюдения установленных сроков и требований к качеству. В современных условиях усложнения строительных проектов и растущих требований к эффективности производства данная проблема приобретает особое значение. Согласно исследованиям, до 50, 65 % задержек по срокам реализации строительных проектов связано с недостаточным уровнем организации строительной площадки, включая ошибки в планировании, логистике и управлении ресурсами.

Обзор существующих исследований показывает, что основными факторами, влияющими на эффективность организации строительной площадки, являются управление трудовыми ресурсами, материально-техническое обеспечение, планирование последовательности работ и контроль производственных процессов. В исследовании, проведённом на основе анкетирования 204 специалистов строительной отрасли, выявили 28 факторов, объединённых в 7 групп, среди которых наибольшее влияние оказывают управление площадкой, обеспечение материалами и координация работ. При этом организация (site management и planning) имеет более 0, 75 по индексу важности, что свидетельствует о её ключевой роли в обеспечении эффективности.

Данные также свидетельствуют, что неэффективная организация строительной площадки влечёт за собой значительные потери рабочего времени. Например, отсутствие своевременного обеспечения материалами и оборудованием может вызвать простой в 15, 20 % от общего рабочего времени, а нерациональная логистика перемещения материалов приведёт к увеличению трудозатрат на 10, 18 %. Вместе эти факторы могут снизить производительность труда на 20, 30 %, что напрямую влияет на сроки проекта. Согласно исследованиям, при снижении производительности на 10 % длительность строительства в среднем увеличивается на 12, 15 %, демонстрируя тем самым, насколько сильно календарные параметры проекта зависят от организации строительной площадки.

С точки зрения качества строительства организационные факторы отражаются на уровне технологической дисциплины и количестве дефектов. Исследования показывают, что 25, 35 % дефектов строительных работ связано с нарушениями организации производства, в частности, с несоблюдением последовательности операций, с недостаточным контролем и с плохими условиями труда. При этом доказано, что улучшение организации рабочих зон и оптимизация размещения оборудования могут снизить объём переделок на 15, 20 %, что оказывает прямое влияние на качество конечного продукта.

Организация материально-технического снабжения также играет большую роль. Исследования показывают, что задержки с поставкой материалов, одна из главных причин срыва сроков строительства. В среднем до 30 % задержек реализации проектов связано с перебоями в снабжении и недостаточной координацией поставок. В то же время внедрение технологий планирования логистики и оптимизация складских зон позволяют сократить время ожидания материалов на 25, 40 % и повысить общую производительность строительных процессов.

Важным направлением исследований является изучение влияния планировочных решений на строительной площадке. Установлено, что правильно спланированный генеральный план строительной площадки может повысить производительность труда на 10, 15 % за счёт сокращения времени перемещения рабочих и техники. Однако недостатки и ошибки в размещении временных сооружений, складов и транспортных путей могут привести к тому, что внутренние транспортные затраты вырастут до 20 % от общего объёма работ.

Сейчас многие исследования подтвердили, что организационные факторы существенно влияют на комплексные показатели эффективности проекта в целом: стоимость, сроки и качество. Так, низкий уровень организации строительной площадки призведёт к тому, что стоимость строительства проекта вырастет на 5, 15 % из-за перерасхода ресурсов и увеличения объёма переделок. При этом высокий уровень организации позволит сократить сроки строительства на 15, 25 % и снизить затраты на 10, 20 % за счёт оптимизации процессов и устранения потерь.

Много внимания в исследованиях уделяется человеческому фактору. Исследования показывают, что квалификация персонала, уровень управления и мотивация работников во многом определяют общую эффективность строительного производства. Так, до 70, 85 % эффективности производства. Низкий уровень согласованности между участниками

строительного процесса, недостаточная квалификация работников и слабый контроль со стороны руководства приведут к тому, что производительность снизится, сроки увеличатся, качество работ ухудшится. Но современные методы управления, в том числе цифровые системы планирования и контроля, эффективно взаимодействуют и способствуют устойчивому развитию проектов.

Дополнительные исследования показывают, что внедрение индустриальных и цифровых технологий, в том числе BIM и систем мониторинга, способствует повышения эффективности организации строительной площадки. Так, использование цифровых инструментов планирования позволяет снизить число организационных ошибок на 20, 30 % и повысить точность календарного планирования до 90, 95 %. Это обеспечивает как более стабильное выполнение графиков строительства, так и повышение качества работ.

Итак, по итогам обзора исследований можно сделать вывод, что организация строительной площадки, ключевой фактор, определяющий эффективность строительства. В количественном выражении это означает, что наличие правильных решений по организации способно увеличить производительность строителей на 15, 30 %, сократить сроки строительства на 15, 25 %, и уменьшить количество дефектов на 20, 35 %. Следовательно, развитие системы организации строительной площадки, внедрение современных управленческих технологий и повышение квалификации кадров, это три главных направления повышения эффективности строительства в целом.

Литература

13. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. — М., 2003.
14. Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. — М., 2018.
15. Малганов А. И., Плевков В. С., Полищук А. И.. Усиление железобетонных конструкций зданий и сооружений. — М.: АСВ, 2006. — 320 с.
16. Бондаренко В. М., Бондаренко С. В.. Расчёт и проектирование железобетонных и каменных конструкций. — М.: Высшая школа, 2007. — 876 с.
17. Кудишин Ю. И.. Металлические конструкции. — М.: Академия, 2011. — 336 с.
18. ACI Committee 440. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures (ACI 440.2R-17). — Farmington Hills, 2017.
19. fib International Federation for Structural Concrete. Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. — Lausanne, 2019.
20. Тамбовцев В. И.. Инъекционные методы усиления строительных конструкций // Строительные материалы. — 2020. — № 5. — С. 34–38.
21. Ерофеев В. Т.. Современные методы усиления строительных конструкций при реконструкции зданий // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 4. — С. 45–52.
22. НИИЖБ им. А. А. Гвоздева. Рекомендации по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. — М., 2018.
23. Хиль Н. Н.. Усиление оснований и фундаментов зданий. — М.: Стройиздат, 2012. — 256 с.
24. European Committee for Standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures. — Brussels, 2004.

Organization of the construction site and its impact on the timing and quality of construction

Konstantinov D.S., Malyshev N.S., Verchenko S.V., Khmelenko A.P., Silacheva D.D.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the impact of construction site organization on the duration and quality of construction works based on the analysis of modern scientific research and practical experience. The main organizational factors are considered, including planning of construction works, management of material and technical resources, logistics, and coordination of interaction among construction participants. It has been established that a low level of organization often leads to a decrease in labor productivity by 20–30%, an increase in project implementation time by 15–25%, and a growth in defect rates by 25–35%. A comparative analysis of traditional and modern methods of organizing construction works is carried out, including the use of digital technologies and optimization approaches. Special attention is paid to the influence of design decisions and construction management systems on overall efficiency. It is concluded that improving the level of construction site organization can significantly enhance the technical and economic performance of construction projects, reduce construction time, and improve the quality of constructed facilities.

Keywords: construction site organization, construction duration, construction quality, labor productivity, construction processes, logistics, construction management, construction efficiency.

References

13. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. SP 13-102-2003. Rules for inspection of load-bearing building structures of buildings and cooружений. — Moscow, 2003.
14. Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation. SP 63.13330.2018. Concrete and reinforced concrete structures. General provisions. — Moscow, 2018.
15. Malganov A. I., Plevkov V. S., Polishchuk A. I. Strengthening of reinforced concrete structures of buildings and structures. — Moscow: ASV, 2006. — 320 p.
16. Bondarenko V. M., Bondarenko S. V. Analysis and design of reinforced concrete and masonry structures. — Moscow: Vysshaya Shkola, 2007. — 876 p.
17. Kudishin Yu. I. Steel structures. — Moscow: Akademiya, 2011. — 336 p.
18. ACI Committee 440. Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures (ACI 440.2R-17). — Farmington Hills, 2017.
19. fib International Federation for Structural Concrete. Externally bonded FRP reinforcement for RC structures. — Lausanne, 2019.
20. Tambovtsev V. I. Injection methods for strengthening building structures // Construction Materials. — 2020. — No. 5. — pp. 34–38.
21. Erofeev V. T. Modern methods of strengthening building structures during reconstruction // Engineering Bulletin of the Don. — 2019. — No. 4. — pp. 45–52.
22. Research Institute of Concrete and Reinforced Concrete named after A. A. Gvozdev (NIIZHB). Recommendations for strengthening reinforced concrete structures with composite materials. — Moscow, 2018.
23. Khil N. N. Strengthening of foundations and substructures of buildings. — Moscow: Stroyizdat, 2012. — 256 p.
24. European Committee for Standardization. Eurocode 2: Design of concrete structures. — Brussels, 2004.

Анализ аналитического и численного методов расчета напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты перекрытия

Корякин Данил Витальевич
магистрант, Тюменский индустриальный университет, danilkak9@yandex.com

Актуальность исследования обусловлено набирающим популярность численно-аналитическим методом расчета НДС строительных конструкций.
Цель: на основе сопоставительного анализа методов аналитического и численного моделирования расчета напряжений сопоставить точность их вычисления разными методами и выявить достоинства и недостатки каждого из них.
Объекты: железобетонная плита перекрытия с комбинированным опиранием и консольным участком.
Методы: аналитический и численный конечно-элементный методы расчета напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты перекрытия с использованием линейно-упругой модели и программного комплекса ЛИРА-САПР.
Результаты. Представлены результаты расчета напряженно-деформированного состояния аналитическим и численным методом железобетонной плиты перекрытия. Проведен сопоставительный анализ результатов расчета напряжений указанными методами. Показано, что среднее расхождение между аналитическим и численным методом составило 1,82%. Сделан вывод о том, что аналитический метод расчета может быть использован для предварительной и инженерной оценки напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты перекрытия.
Ключевые слова: аналитический метод, численный метод, метод конечных элементов, железобетонная плита перекрытия, конечно-элементная схема, программный комплекс ЛИРА-САПР.

Введение

Расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) железобетонной плиты перекрытия является одним из наиболее распространенных методов используемых при проектировании несущих конструкций будущих зданий. Он позволяет определить величины напряжений в основных конструктивных элементах плиты, спрогнозировать деформации. На основе информации о величинах нагрузок появляется возможность спрогнозировать, не превышают ли они критических значений, приводящих к разрушению будущей эксплуатируемой конструкции, и исключить их на этапе её проектирования.

Непосредственно сам расчет НДС может быть выполнен различными методами, в частности аналитическим и численным методами. При аналитическом методе расчета в работе используются классические формулы сопротивления материалов для линейно-упругого изгиба, преимуществом данного метода является простота и быстрая скорость расчета. Для более сложных задач, требующих учета работы конструкции в реальных условиях и построения конечно-элементной схемы, обычно применяют численные методы расчета, в частности, один из наиболее распространенных – метод конечных элементов. В рамках данной работы на примере железобетонной плиты перекрытия будет выполнен сопоставительный анализ аналитического и численного методов расчета НДС с учетом внешних постоянных нагрузок. Будет определено, с какой точностью совпадают напряжения в наиболее опасном участке расчетной схемы, а также выявлены достоинства и недостатки рассматриваемых методов расчета.

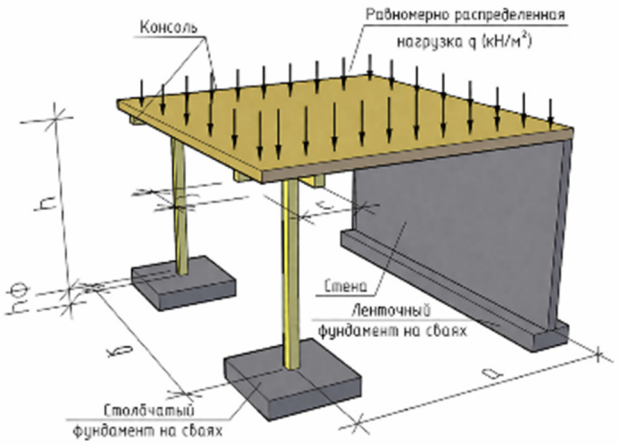


Рис. 1 Схема моделируемой железобетонной плиты перекрытия с комбинированным опиранием и консольным участком

Аналитический метод расчета напряжений в железобетонной плите перекрытия

Первый рассматриваемый метод – аналитический расчет напряжений в характерном сечении железобетонной плиты перекрытия. Для корректного сопоставления с результатами численного моделирования в ПК ЛИРА-САПР аналитическое определение напряжений выполняется по формулам сопротивления материалов для линейно-упругого изгиба полосы плиты шириной 1 м. На плиту действует постоянная равномерно распределенная нагрузка q =3,5 тс/м^2 = 34,32 кН/м^2.

Таблица 1
Исходные данные и расчетные параметры аналитического расчета напряжений

Характеристика	Единицы измерения	Значение
Постоянная равномерно распределенная нагрузка	тс/м^2	3,5
Высота плиты, h	м	0,15
Пролет в направлении x, L_x	м	2,4
Пролет в направлении y, L_y	м	2,8

Для расчетной полосы плиты шириной 1м, расположенной в середине основной части перекрытия, получим значения изгибающих моментов M_x и M_y, для пролетов L_x=2,4 м и L_y= 2,8 м

$$M_x = \frac{qL_x^{\,2}}{8} = \frac{34{,}32 * 2{,}4^2}{8} = 24{,}71 \text{ кН} * \frac{\text{м}}{\text{м}}$$

$$M_y = \frac{qL_y^{\,2}}{8} = \frac{34{,}32 * 2{,}8^2}{8} = 33{,}63 \text{ кН} * \frac{\text{м}}{\text{м}}$$

Напряжения определяются в нижнем волокне сечения по классическим формулам сопротивления материалов, момент инерции расчетной полосы плиты относительно центральной оси определяется по формуле:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{1 * 0{,}15^3}{12} = 0{,}00028125 \text{ м}^4$$

Найдем расстояние от нейтральной оси до крайнего нижнего волокна:

$$y = \frac{h}{2} = \frac{0{,}15}{2} = 0{,}075 \text{ м}$$

Момент сопротивления сечения составляет:

$$W = \frac{I}{y} = \frac{0{,}00028125}{0{,}075} = 0{,}00375 \text{ м}^3$$

Тогда нормальные напряжения в нижнем волокне сечения определяются по формуле:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W} = \frac{24{,}71}{0{,}00375} = 6589{,}33 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 6{,}59 \text{ МПа}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W} = \frac{33{,}63}{0{,}00375} = 8968 \frac{\text{кН}}{\text{м}^2} = 8{,}97 \text{ МПа}$$

Таким образом, для расчетной полосы железобетонной плиты шириной 1 м, расположенной в середине основной части перекрытия, аналитически определены следующие значения изгибающих моментов и нормальных напряжений в растянутой зоне сечения: $M_x = 24{,}71$ кН $* \frac{\text{м}}{\text{м}}$, $M_y = 33{,}63$ кН $* \frac{\text{м}}{\text{м}}$, $\sigma_x = 6{,}59$ Мпа, $\sigma_y = 8{,}97$ Мпа.

Численный метод расчета напряжений в железобетонной плите перекрытия

Для численного метода расчета напряжений используем программный комплекс ЛИРА-САПР, позволяющий выполнить расчет изгибающих моментов, напряжений в каждом конечном элементе конструкции. Расчетная схема плиты представлена в виде конечно-элементной модели, состоящей из плоских прямоугольных конечных элементов. При моделировании учитывались геометрические характеристики плиты, схема её опирания и действие постоянной равномерно распределенной нагрузки. Расчет выполнялся в линейно-упругой постановке. Конечно элементная схема представлена на рис. 2.

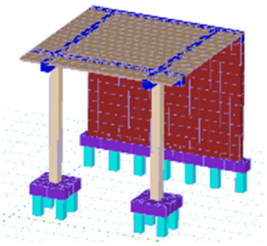


Рис. 2 Конечно-элементная схема, используемая для численных расчетов напряжений железобетонной плиты.

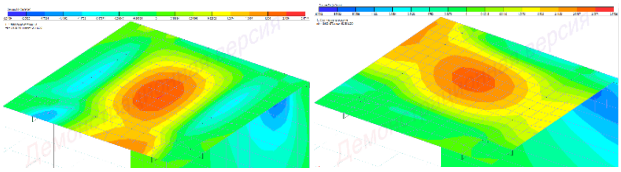


Рис. 3 Результаты расчета изгибающих моментов каждого элемента железобетонной плиты перекрытия из ПК ЛИРА-САПР

После формирования конечно-элементной схемы и выполнения численного расчета в программном комплексе ЛИРА-САПР обеспечивается автоматическое получения результатов расчета по всем элементам конструкции. К таким результатам относятся внутренние усилия (изгибающие моменты, поперечные силы), напряжения, перемещения и деформации, определяемые в узлах и конечных элементах модели. Это позволяет выполнить комплексный анализ напряженно-деформированного состояния конструкции без необходимости проведения ручных вычислений для каждого сечения. Результаты полученных полей значений изгибающих моментов в каждом элементе модели представлены на рис. 3.

Также в результате численного расчета были получены значения нормальных напряжений в каждом элементе модели, результаты представлены на рис.4.

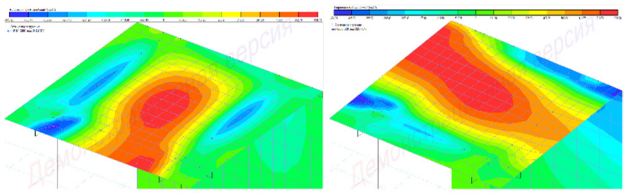


Рис. 4 Результаты расчета нормальных напряжений каждого элемента железобетонной плиты перекрытия из ПК ЛИРА-САПР

Для последующего сопоставления с аналитическим расчетом из результатов численного моделирования были выбраны значения характерной области, соответствующей середине основной части железобетонной плиты перекрытия, полученные значения составили:

$M_x = 2{,}474 \frac{\text{тс*м}}{\text{м}} = 24{,}27 \text{ кН} * \frac{\text{м}}{\text{м}}$;

$M_y = 3{,}379 \frac{\text{тс*м}}{\text{м}} = 33{,}14 \text{ кН} * \frac{\text{м}}{\text{м}}$;

$\sigma_x = 658{,}73 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 6{,}46 \text{ МПа}$;

$\sigma_y = 899{,}38 \frac{\text{тс}}{\text{м}^2} = 8{,}82 \text{ МПа}$.

Сопоставительный анализ результатов аналитического и численного методов расчета напряжений

В табл.1 приведены исходные данные геометрических и физических характеристик, использованных как при аналитическом, так и при численном моделировании. Для рассматриваемого примера железобетонной плиты перекрытия с комбинированным опиранием были выполнены расчеты напряжений аналитическим и численным методами. В табл. 2 представлены результаты расчетов.

Таблица 2

Сопоставление результатов аналитического и численного методов расчета в характерном сечении плиты.

Параметр	Аналитический метод	Численный метод	Расхождение, %	Среднее расхождение, %
M_x, кН $* \frac{\text{м}}{\text{м}}$	24,71	24,27	1,81	1,65
M_y, кН $* \frac{\text{м}}{\text{м}}$	33,63	33,14	1,48	
σ_x, МПа	6,59	6,46	1,97	1,82
σ_y, МПа	8,97	8,82	1,67	

Сопоставительный анализ показал, что среднее расхождение между аналитическим и численными методами для изгибающих моментов составляет 1,65%, а для нормальных напряжений 1,82%. Из полученного значения расхождения для напряжений можно сделать вывод, что напряжения более чувствительные к упрощениям аналитической схемы, чем моменты. Наилучшее совпадение результатов получено для изгибающих моментов.

Аналитический метод расчета имеет свои преимущества – в частности, не требуется применение специализированных программных комплексов. В то же время у такого метода есть свои недостатки:

1) Аналитический расчет выполняется для упрощенной расчетной схемы, тогда как реальная плита работает как пространственная система;
2) Сложно корректно учесть комбинированное опирание;
3) Невозможность получить полную картину напряженно деформированных состояний по всей конструкции;
4) Аналитический метод не позволяет наглядно получить распределение моментов, напряжений и деформаций по всей модели так, как это делает численный расчет.

Вышеперечисленные недостатки компенсируются при использовании численного метода расчета, однако в таком случае требуется доступ к специализированному программному продукту. Преимуществом численного метода является возможность, затратив больше усилий на построение расчетной модели, получить не только значения напряжений, но и перемещения узлов конструкции, а также полную картину распределения усилий по всей расчетной схеме. Также недостатком использования численных методов является чувствительность к используемой конечно-элементной схеме.

Выводы

В рамках работы выполнено сопоставление аналитического и численного методов расчета напряженно-деформированного состояния железобетонной плиты перекрытия с комбинированным опиранием. Для численного метода была построена конечно-элементная схема в программном комплексе ЛИРА-САПР, а аналитический расчет выполнен по

классическим формулам линейно-упругого изгиба. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

Аналитический и численный методы дают достаточно близкие значения изгибающих моментов и нормальных напряжений в рассматриваемой характерной области плиты. Среднее расхождение между результатами аналитического и численного расчета для изгибающих моментов составило 1,65%, а для нормальных напряжений 1,82%, что свидетельствует о хорошей применимости аналитического метода для предварительной оценки усилий.

Установлено, что нормальные напряжение более чувствительны к упрощениям аналитической расчетной схемы, чем изгибающие моменты. Это объясняется тем, что аналитический расчет не позволяет в полной мере учесть фактические условия работы всей конструкции, включая комбинированное опирание.

Аналитический метод может быть использован при предварительном расчете и инженерной оценке напряженно-деформированного состояния плиты железобетонной плиты перекрытия в характерных сечениях. Для более детального исследования работы конструкции целесообразно применять численный метод, поскольку он позволяет сразу получить распределение усилий, напряжений и перемещений по всей конечно-элементной модели. При этом точность численного расчета зависит от корректности построения расчетной схемы.

Литература

1. Дарков А. В., Шпиро Г. С. Сопротивление материалов: учебник для технических вузов. 5-е изд., перераб. доп. М.: Высшая школа, 1989. 624 с.
2. Бондаренко В. М., Суворкин Д. Г. Железобетонные и каменные конструкции: учебник для вузов. М.: Высшая школа, 1987. 384 с.
3. Карпенко Н.И. Общие модели механики железобетона. М.: Стройиздат, 1996. 416 с.
4. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Сталь, 2002. 600 с.
5. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. Киев: Факт, 2005. 344 с.
6. Чудинов Ю.Н. расчет строительных конструкций в ПК «ЛИРА-САПР 2011»: учебное пособие. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2013. 88 с.

Analysis of Analytical and Numerical Methods for Calculating the Stress-Strain State of a Reinforced Concrete Floor Slab

Koryakin D.V.
Tyumen Industrial University

JEL classification: L61, L74, R53

The relevance of this study is determined by the growing popularity of the numerical-analytical method for calculating the stress-strain state of building structures.

Objective: Based on a comparative analysis of analytical and numerical stress modeling methods, compare the calculation accuracy of different methods and identify the advantages and disadvantages of each.

Subject: Reinforced concrete floor slab with combined support and a cantilever section.

Methods: Analytical and numerical finite element methods for calculating the stress-strain state of a reinforced concrete floor slab using a linear-elastic model and the LIRA-SAPR software package.

Results: The article presents the results of stress-strain state calculations for a reinforced concrete floor slab using analytical and numerical methods. A comparative analysis of stress calculation results using these methods was conducted. The average discrepancy between the analytical and numerical methods was 1.82%. It was concluded that the analytical calculation method can be used for preliminary and engineering assessments of the stress-strain state of reinforced concrete floor slabs.

Keywords: analytical method, numerical method, finite element method, reinforced concrete floor slab, finite element model, LIRA-SAPR software package.

References

1. Darkov A. V., Shpiro G. S. Strength of Materials: A Textbook for Technical Universities. 5th Edition, Revised and Added. Moscow: Vysshaya Shkola, 1989. 624 p.
2. Bondarenko V. M., Suvorkin D. G. Reinforced Concrete and Stone Structures: A Textbook for Universities. Moscow: Vysshaya Shkola, 1987. 384 p.
3. Karpenko N. I. General Models of Reinforced Concrete Mechanics. Moscow: Stroyizdat, 1996. 416 p.
4. Perelmuter A. V., Slivker V. I. Calculation Models of Structures and the Possibility of Their Analysis. 2nd Edition, Revised and Added. Kyiv: Stal, 2002. 600 p.
5. Gorodetsky A.S., Evzerov I.D. Computer Models of Structures. Kyiv: Fakt, 2005. 344 p.
6. Chudinov Yu.N. Calculation of Building Structures in the LIRA-SAPR 2011 PC: A Tutorial. Komsomolsk-on-Amur: KnAGTU, 2013. 88 p.

Архитектурный анализ современного состояния и тенденций развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге

Краснов Роман Кириллович
аспирант кафедры архитектурного проектирования, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, seaporter@mail.ru,

Перов Фёдор Викторович
кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектурного проектирования, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, f.perov@gmail.com

В условиях урбанизации и увеличения численности населения города, яхт-клубы становятся не только местом для хранения и обслуживания яхт, но и центрами притяжения для жителей и гостей Санкт-Петербурга, способствуя комплексному развитию прибрежных территорий и популяризации яхтинга. Расширение спектра услуг требует изменения классической типологии яхт-клубов. В данной статье обоснована необходимость учёта специфики региона, факторов влияния, существующего состояния объектов и тенденций развития отрасли яхтинга и парусного спорта при проектировании современных яхт-клубов в Санкт-Петербурге.
Проанализирован исторический опыт строительства яхт-клубов в Санкт-Петербурге, выявлены исторические тенденции их развития. Проведён сравнительный анализ опыта проектирования и строительства яхт-клубов на примере крупнейших яхт-клубов Санкт-Петербурга. Определены их основные характеристики, специфика, функционально-планировочная организация. Рассмотрены существующая и планируемая система размещения яхт-клубов в Санкт-Петербурге, определены её ключевые параметры и особенности. На основе выявленных факторов влияния проведён SWOT-анализ, позволяющий оценить перспективы и стратегические направления развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге. Исследование позволило систематизировать полученные данные и определить основные тенденции развития яхт-клубов.
Ключевые слова: яхт-клубы, архитектурный анализ, тенденции развития, современное состояние, Санкт-Петербург, архитектурная типология, анализ опыта проектирования.

Введение

Санкт-Петербург исторически является центром зарождения парусного спорта в России. На протяжении истории Санкт-Петербурга инфраструктура яхт-клубов претерпевала значительные изменения. Яхтингом начали заниматься в Санкт-Петербурге ещё в 1718 году при Петре I, когда была основана Невская флотилия. Позднее, в 1846 году был основан старейший яхт-клуб в России - Санкт-Петербургский Императорский яхт-клуб, спроектированный по образцу аналогичных европейских яхт-клубов [12]. Яхт-клубы во времена Российской Империи функционировали, в основном, как закрытые элитные клубы для проведения собраний, показательных выступлений и любительских регат. В советское время в Санкт-Петербурге было организовано несколько спортивных яхт-клубов, которые и задали вектор ориентации города на парусный спорт и популяризацию яхтинга среди широких слоев населения. На территории яхт-клубов функционировали детские парусные школы, отделения школ высшего спортивного мастерства, студенческие яхтенные клубы.

В период 1990-х – 2000-х годов развитие парусного спорта потеряло поддержку государства и общества и перестало быть одним из приоритетных направлений для города. В этот период не было открыто ни одного нового спортивного яхт-клуба, произошла переориентация на коммерческое использование яхт-клубов преимущественно как водно-моторных баз для стоянки и обслуживания маломерных судов. Яхт-клубы сохранились сугубо как организации для узкого круга страстных любителей парусного спорта. Здания яхт-клубов и инфраструктура яхтинга пришла в упадок.

На данный момент яхтинг получил новый виток развития. Согласно распоряжению от 14 октября 2021 года Об утверждении Концепции развития яхтенного туризма в Российской Федерации на период до 2030 года, яхт-клубы интегрируются в общенациональную стратегию развития яхтенного туризма, что способствует популяризации данного вида отдыха и комплексному развития прибрежных территорий [10]. В рамках этой программы приоритетное внимание уделяется формированию современной инфраструктуры, включающей специализированные причальные комплексы, эллинги, а также объекты спортивной и рекреационной направленности. Также, в распоряжении отдельно указана необходимость разработки предложений для проектирования объектов яхтенной инфраструктуры, в том числе яхт-клубов.

В последние годы в Санкт-Петербурге были открыты современные многофункциональные яхт-клубы нового поколения: яхт-клуб на реке Смоленке, яхт-клуб Форт Константин, Императорский морской яхт-клуб. Также, предполагается расширение и развитие яхт-клуба Горская, яхт-клуба на Серном острове, Санкт-Петербургского Речного яхт-клуба профсоюзов, яхт-клуба на Яхтенной улице. Большая часть новых яхт-клубов типологически отличается от советских яхт-клубов «старого образца». На это влияет ряд факторов, основные из которых развитие технологий и изменение запроса потребителей. Новая, формирующаяся, типология яхт-клубов, учитывающая современные потребности посетителей и меняющуюся внешнюю среду, требует детального изучения и обоснования с учётом исторического наследия парусного спорта и специфики города.

Методы, оборудование, материалы

Научной базой исследования послужили труды К.В. Афонина, К.К. Хачикян, Е.А. Сысоевой, О.В. Пляцковской, посвященные изучению истории и тенденциям развития яхт-клубов в России и, в частности, в Санкт-Петербурге, а также труды М.Е. Сарбаевой (Печеник), Е.А. Пироговой, И.С. Родионовской, П.Н. Новоселова, посвященные вопросам проектирования яхт-клубов и объектов яхтенного туризма.

Цель исследования состоит в выявлении тенденций развития и функционально-планировочной специфики яхт-клубов в Санкт-Петербурге с учётом влияния факторов региона и современного состояния, на основании которых может быть разработан типологический ряд яхт-клубов для размещения и обеспечения развития системы инфраструктуры яхтинга в городе.

Методологической основой исследования послужил сравнительный анализ проектирования и строительства яхт-клубов на примере крупнейших яхт-клубов Санкт-Петербурга, что позволило определить их основные характеристики, специфику, функционально-планировочную организацию.

Основная часть

Историческая роль столицы и центра парусного спорта России, пологий ландшафт акватории Финского залива и другие природно-климатические особенности, а также градостроительные, архитектурно-планировочные, экономические и политические факторы сформировали специфику системы размещения и функциональной направленности яхт-клубов в Санкт-Петербурге [7]. В ходе исследования (рис. 1, 2) были выявлены следующие особенности яхт-клубов в Санкт-Петербурге, которые можно сформулировать тезисно:

1. Ориентация на парусный спорт. Санкт-Петербург является вторым по значимости в России центром парусного спорта. Водная инфраструктура города, региональная политика, специфические природно-ландшафтные условия, защищенность части акватории Финского залива от природных катаклизмов и открытого моря, делает возможным широкое распространение и активное развитие парусного спорта среди детей и молодежи [2]. В 4 из 10 существующих в городе яхт-клубов располагаются парусные школы, где проводятся обучение и практические тренировки на парусных яхтах, а также соревнования по парусному спорту. Основные школы парусного спорта (яхт-клуб Смоленка и Санкт-Петербургский речной яхт-клуб) расположены у Петровского фарватера, в северной части Невской губы, наиболее подходящей по рельефу и защищенности акватории для проведения любительских соревнований и тренировок на воде. Школы парусного спорта, как правило, выделены в отдельный функциональный блок с ограниченным доступом, предназначенный исключительно для обучения. В этот блок обязательно включены раздевалки для яхтсменов и санузлы с душевыми, помещения персонала, склад инвентаря и снаряжения. В зависимости от программ обучения, в школе размещаются классы для теоретической подготовки, секции и площадки для проведения тренировок. Школа парусного спорта может состоять из детской, любительской и профессиональной секций, которые могут быть сгруппированы в единой функциональной зоне с общими помещениями (как это организовано в яхт-клубе Смоленка) или же быть разнесенными отдельно, но с доступом к общей прибрежной инфраструктуре (Санкт-Петербургский речной яхт-клуб). К сожалению, часть парусных школ города (в яхт-клубах Горская и Балтиец) в силу внешних факторов не обладает развитой системой помещений и зон для проведения обучения и необходимым выделенным функционалом, и ученики вынуждены пользоваться общеклубной инфраструктурой и помещениями, без отдельной функциональной зоны.

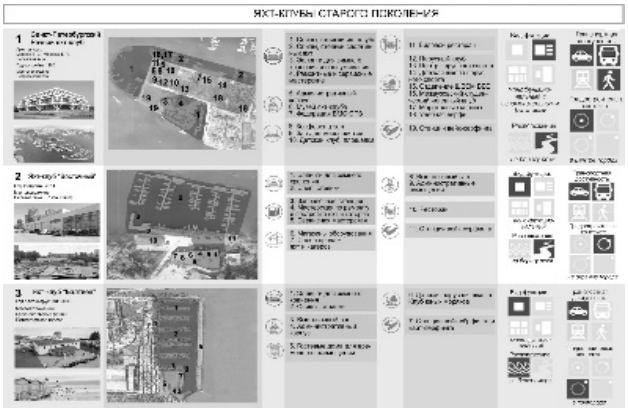


Рисунок 1. Архитектурный анализ яхт-клубов старого поколения в Санкт-Петербурге

Рисунок 2. Архитектурный анализ яхт-клубов нового поколения в Санкт-Петербурге

2. Тяготение яхт-клубов к центру города. Размещение яхт-клубов в непосредственной близости к центру города, в озелененных рекреационных зонах с акваториями – самая популярная в мире система размещения [8]. Санкт-Петербург не отстаёт в этом аспекте от таких мировых центров яхтинга, как Дубай, Монако, Барселона, Сингапур. 5 из 10 существующих в городе яхт-клубов находятся в историческом центре или рядом с ним (рис. 3). Это позволяет интегрировать инфраструктуру яхтинга в городскую среду, обеспечить максимальную транспортную доступность для посетителей и создать дополнительные зоны активного отдыха на природе в черте города. Такая специфика обусловлена сложившимся за столетия градостроительным зонированием города, где сохранена «зелёная» зона Крестовского, Елагина и Каменного островов в дельте Большой Невки. В этой части Санкт-Петербурга сохранилось наибольшее количество яхт-клубов с времён Российской Империи, которые в советские годы и наше время прошли через ряд реконструкций и перестроек.

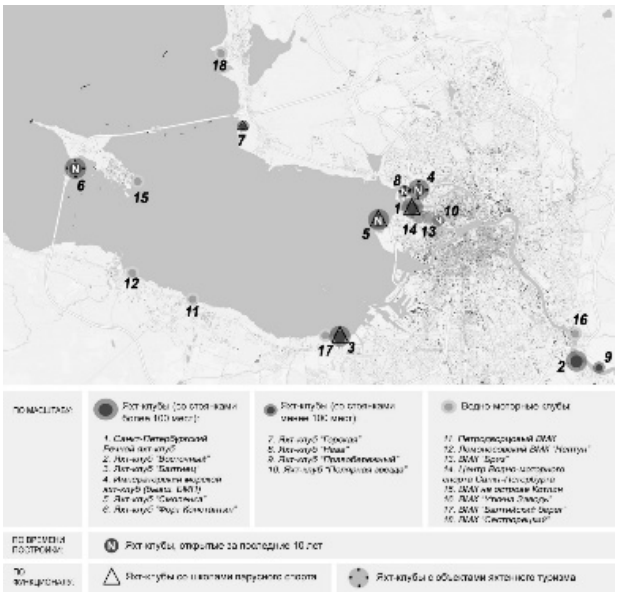


Рисунок 3. Существующая система размещения яхт-клубов в Санкт-Петербурге

Проведенное исследование выявило ряд недостатков развития инфраструктуры яхтинга и функционально-планировочной организации яхт-клубов в Санкт-Петербурге, которые также можно отнести к специфическим особенностям, требующим внимания и переосмысления при разработке типологического ряда яхт-клубов для города:

3. Деградация общегородской инфраструктуры яхтинга, нехватка яхтенных марин, небольшое количество зон, выделенных для размещения яхт-клубов внутри города. Если сравнивать Санкт-Петербург с мировыми центрами яхтинга, то, очевидно, что городу остро не хватает более развитой и расширенной инфраструктуры для яхтсменов [9]. В том числе, яхтенных марин и крупных яхт-клубов международного класса. Это связано как с внешними природно-климатическими и экономическими факторами, так и с отсутствием интереса к яхтенному туризму и парусному спорту со стороны властей города в последние 40 лет. 80% инфраструктуры яхтинга в городе создано ещё в советское время и нуждается в обновлении и модернизации. На момент начала 2026 года в городе официально существуют порядка 1700 швартовочных мест при потребности в 2000 мест. В такой ситуации появляются неорганизованные «серые» стоянки. Многие яхт-клубы, оставшись без поддержки со стороны города, постепенно приходят в упадок, некоторые закрываются или переезжают из центральной части города на периферию. В качестве примера тут можно привести непростую судьбу яхт-клуба Балтиец, который был перенесён на другое место из-за застройки квартала [4]. А новые, осваиваемые территории «серого» пояса и намыва отдают под жилые комплексы, объекты культуры и спорта. Но существуют и такие исключения, как яхт-клуб Смоленка, яхт-клуб Форт Константин, размещенные в знаковых местах и ставшие локальными центрами притяжения для яхтсменов. В целом, ситуация в последние годы активно меняется: за последние 10 лет были построены или реконструированы 5 яхт-клубов, а ещё 5 планируются к развитию или реконструкции в ближайшие годы (рис. 4). В последнее время появился интерес со стороны властей и жителей города к парусному спорту, проводятся масштабные соревнова-

ния, большинство новых яхт-клубов открываются с парусными школами, идёт широкая популяризация яхтинга через региональные программы [3]. Также предполагается открытие несколько крупных яхтенных марин, что компенсирует нехватку швартовочных мест, предоставив городу ещё порядка 1000 мест.

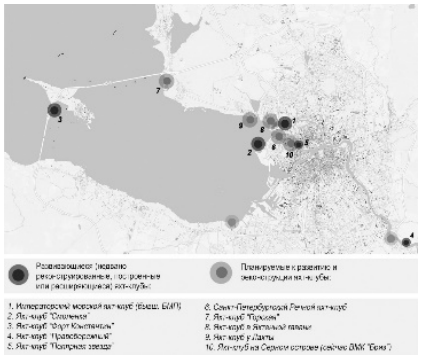


Рисунок 4. Карта планируемого развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге

4. Устаревшая функционально-планировочная организация яхт-клубов. Структура многих яхт-клубов устарела и требует архитектурной и технической модернизации с учетом тенденций мирового опыта. Это связано с различием между типологией яхт-клубов советского периода, потребностями посетителей того времени и типологией современных яхт-клубов, ориентированных на социальный запрос нового поколения. Если до конца XX века яхтинг рассматривался именно как любительский вид спорта, а яхт-клубы – как спортивные центры для яхтсменов-любителей, то в современных реалиях яхтинг становится активным видом отдыха для широких слоёв населения [5]. В связи с этим набирают популярность относительно новые типы яхт-клубов: рекреационные и туристические. Типология яхт-клубов советского времени, их функционально-планировочная структура принципиально не подходит для реорганизации этих яхт-клубов как рекреационных или туристических, она не может удовлетворить возрастающий спрос со стороны населения и предоставить требуемый спектр услуг [6]. Это тормозит развитие яхтенного туризма и рекреационного яхтинга, так как требует реорганизации существующей инфраструктуры и появления яхт-клубов «нового» поколения.

Помимо этого, существующие яхт-клубы часто не вмещают новые, дополнительные функции, которые становятся необходимо атрибутом современных общественных пространств: кафе, рестораны, специализированные магазины, площадки для проведения мероприятий, зоны отдыха, спортивные площадки, центры развлечений. Такие яхт-клубы «старого» поколения, как Балтиец, Санкт-Петербургский речной яхт-клуб, яхт-клуб Восточный, моно-функциональны по своей сути и не ориентированы на современного потребителя. Тренд на многофункциональность требует реконструкции этих яхт-клубов, внедрения новых функций и зон.

5. Отсутствие систематического подхода к проектированию и размещению яхт-клубов, как центров развития яхтинга. Нет единого функционального распределения яхт-клубов с учётом внешних и внутренних факторов. Несмотря на внедрение государственной программы развития яхтенного туризма, как таковых нормативов, СП, региональных программ для размещения и проектирования яхт-клубов на данный момент не существует. Проектирование яхт-клубов остаётся нерегулируемым аспектом развития яхтинга, что приводит к значительным общесистемным проблемам. Отсутствие регулирования позволяет размещать функции, не соответствующие целевым назначениям яхт-клубов. Зачастую, функциональная организация зависит от частного решения владельца и не учитывает сложившуюся градостроительную и функционально-планировочную систему яхт-клубов в городе. Это приводит к тому, что некоторые яхт-клубы могут превращаться в монофункциональные стоянки для хранения и обслуживания судов или апарт-отели вместо того, чтобы становиться центрами развития яхтинга. Причём это касается как яхт-клубов «старого» поколения, так и недавно открытых, современных яхт-клубов. В качестве примера можно привести яхт-клуб балтиец и реконструированный Санкт-Петербургский Императорский яхт-клуб.

Несмотря на определенные недостатки современного состояния инфраструктуры яхтинга, исследование яхт-клубов «нового» поколения и проектируемых (планируемых к открытию в ближайшие годы) центров развития яхтинга позволило выявить положительные тенденции развития и потенциал дальнейшего развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге, который основан на сильных сторонах и возможностях, которые даёт территория города (рис. 5):

- Богатое историческое наследие. Санкт-Петербург выгодно отличается значительным количеством ценных исторических построек в знаковых местах, подходящих под размещение яхт-клубов. Объекты культурного наследия, являющиеся достопримечательностями, расположенные у воды, с удобной транспортной доступностью, интересной архитектурой и богатой историей – могут быть реконструированы с интеграцией яхт-клубов и других новых функций и стать новыми точками притяжения города. В последние годы, эта тенденция активно развивается в Санкт-Петербурге, и ярчайшим успешным примером такой реконструкции можно назвать Форт Константин. Яхт-клуб занимает основную часть территории форта, объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО. Яхт-клуб работает в комплексе с расположенными на его территории пограничным пунктом пропуска, историческим музейным комплексом форта Константин и парком развлечений. На примере этого яхт-клуба мы можем определить, что функционально-планировочная структура яхт-клуба имеет довольно гибкий характер и может быть проинтегрирована даже в специфические по структуре объекты. Недавно через реконструкцию с интеграцией новых функций прошёл и старейший яхт-клуб России –Императорский морской яхт-клуб. В ближайшие годы планируется масштабная реконструкция Санкт-Петербургского речного яхт-клуба с размещением на его территории тренировочной базы для яхтсменов и школы парусного спорта.

- Ориентация на парусный спорт. Как уже было упомянуто выше – Санкт-Петербург является одним из крупнейших центров парусного спорта. И это направление в последние годы активно развивается. В 2023 году была открыт яхт-клуб Смоленка. Деятельность яхт-клуба нацелена на всестороннее развитие парусного спорта в России, включает в организацию и проведение регат, поддержку и развитие различных классов яхт, подготовку спортсменов. В яхт-клубе располагается база детского парусного спорта, спорткомплекс академии парусного спорта и вся необходимая инфраструктура и сервис для яхтсменов. На базе яхт-клуба постоянно проводятся соревнования от городского до международного уровней. В ближайшие годы планируется размещение крупнейшей в России тренировочной базы для яхтсменов и школы парусного спорта на территории Санкт-Петербургского речного яхт-клуба. Проект предусматривает размещение непосредственно учебно-тренировочного центра, эллингов и многофункционального комплекса из трёх корпусов (учебного, административного и гостиничного), объединенных единым стилобатом с эллингами и открытой террасой. Ещё одной особенностью проекта является архитектурное решение трёх корпусов в форме парусов яхт. Создание яркого архитектурного решения, отсылающего к яхтингу, является примечательной тенденцией последних лет [1, 11].

- Территориальный и природный потенциал. Обширная акватория Финского залива с побережьями, на которых расположены заповедники с уникальной природой (Северное побережье Невской губы, Тарховский заповедник, Комаровский берег, Западный Котлин, Стрельнинский берег, Знаменка) обладает огромным потенциалом для яхтенного туризма и размещения яхт-клубов рекреационного и туристического типа. Интеграция яхт-клубов в природный береговой ландшафт, уникальная флора и фауна прилегающей территории, грамотное использование культурного ресурса пригородов могут позволить увеличить привлекательность региона для яхтенных туристов, а также создать новые общественные рекреационные пространства для жителей города. Это направление пока что не получило активного развития, но в ближайшие годы предполагается развитие яхт-клуба Смоленка, яхтенной марины в Стрельне – рекреационных зонах побережье Финского залива.

- Многофункциональность. Изменения в запросах потребителей требуют формулировки комплексного подхода к проектированию новых современных многофункциональных яхт-клубов, которые соответствовали бы тенденциям в развитии яхтинга в мире. Расширение спектра услуг, функциональное разнообразие и кооперация с объектами с другой функцией может привлечь новых посетителей. Помимо этого, многофункциональность может быть связана с сезонностью яхтинга. Холодное время года требует интеграции в структуру яхт-клубов дополнительных функций, которые позволяли бы обеспечивать запрос посетителей на отдых и развлечения в том числе и зимой. Функционально-планировочные решения таких объектов должны предусматривать возможность трансформации функций и применения оборудования, предназначенного для использования зимой, для круглогодичного использования. Новые яхт-клубы Санкт-Петербурга (яхт-клуб Смоленка, Санкт-Петербургский речной яхт-клуб) проектируются на основании принципов многофункциональности.

Рисунок 5. Тенденции развития яхт-клубов Санкт-Петербурге

Выводы

По результатам исследования был составлен SWOT-анализ перспектив развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге (рис. 6). Технология SWOT-анализа позволила изучить текущее положение инфраструктуры яхтинга и разработать стратегии ее развития для Санкт-Петербурга.

Первым этапом проведения SWOT-анализа является определение ресурсов города, дающих ему преимущество в данной сфере. В качестве основных сильных сторон можно выделить богатый историко-культурный потенциал города и его природно-географические особенности. Можно утверждать, что Санкт-Петербург обладает значительной базой факторов, необходимых для развития яхтинга, и соответствующих специфике яхт-клубов, что выгодно отличает его среди других городов.

Рисунок 6. SWOT-анализ перспектив развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге

Вторым этапом является определение слабых сторон и угроз для развития комплексной системы яхт-клубов. На этом этапе были сформулированы основные ограничения, которые могут негативно сказаться на возможностях развития яхтинг-архитектуры. К основным из них стоит отнести прежде всего недостатки в существующей инфраструктуре и типологии яхт-клубов, негативные внешние экономические, природно-климатические, градостроительные и социальные факторы города, а также отсутствие нормативной базы для проектирования яхт-клубов.

На основании сравнения имеющихся ресурсов, слабых сторон и угроз по результатам SWOT-анализа можно определить возможности города и составить перечень мероприятий для развития инфраструктуры яхтинга:

а) Комплексный подход к проектированию яхт-клубов, создание нормативной базы, создание системы размещения яхт-клубов на основании анализа факторов и распределения функциональных направлений;

б) Развитие инфраструктуры яхтенного туризма, освоение и развитие прибрежных территорий Финского залива, создание благоприятных условий для появления яхт-клубов туристического и рекреационного типов;

в) Формирование многофункциональных комплексов, которые играли бы роль общественных пространств, локальных точек притяжения. Расширение спектра предоставляемых услуг, размещение в комплексе с объектами другого назначения (со-зависимость) для повышения привлекательности яхтинга для различных групп потребителей.

Понимание тенденций и перспектив развития яхт-клубов в Санкт-Петербурге может стать основанием для разработки организованной системы размещения объектов яхтинга и предложения типологического ряда яхт-клубов, отвечающих современным требованиям.

Литература

1. Афонин, К. В. Архитектура яхт-клубов: история, современные тенденции и перспективы развития / К. В. Афонин // Влияние научно-технического прогресса на качество жизни населения: сборник научных трудов. – Миасс: ООО "Издательство Аниго", 2024. – С. 148-156.

2. Березкин, А.А. Особенности и перспективы повышения инвестиционной привлекательности отрасли яхтенно-катерного туризма в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / А.А. Березкин, А.В. Лебедева. – Туристские фирмы. 2001. – №24. – 62 с.

3. Иванов Н. Н., Ковалев Н. В. Развитие яхтенного туризма в Санкт-Петербурге и Ленинградской области // Управленческое консультирование. 2013. №11.

4. Климбек В. Р., Селивановский В. А. «От Матиса до "Балтийца"». - СПб, 2016. - 336 с.

5. Краснов, Р. К. Исторические предпосылки формирования типологии современных яхт-клубов / Р. К. Краснов // XIV Региональный творческий форум с международным участием "Архитектурные сезоны в СПбГАСУ": Сборник материалов II Национальной (всероссийской) научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22–26 апреля 2024 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – С. 206-207.

6. Краснов, Р.К. Социальные аспекты формирования типологии современных яхт-клубов / Р. К. Краснов, Ф. В. Перов // Экономика строительства. – 2024. – № 12. – С. 59-62.

7. Краснов, Р.К. Факторы, влияющие на развитие архитектурной типологии современных яхт-клубов / Р. К. Краснов // Актуальные проблемы современного строительства: Материалы LXXVII Национальной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 28–31 октября 2025 года. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2025.

8. Печеник, М.Е. Принципы формирования объектов водно-парусного спорта, отдыха и туризма в прибрежных зонах акваторий. Дис. канд. архит.: 05.23.21 / Печеник Марина Евгеньевна. Москва, 2016.

9. Пляцковская, О. В. Современные проблемы развития яхтинга в г. Санкт-Петербурге // Наука, образование и экспериментальное проектирование в МАРХИ: Тезисы докладов международной научно- практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов, Москва, 08–12 апреля 2019 года. Том 1. – Москва: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2019.

10. Распоряжение Правительства РФ от 14.10.2021 N 2897-р (ред. от 06.06.2024) «Об утверждении Концепции развития яхтенного туризма в Российской Федерации на период до 2030 года» // Правительство Российской Федерации: официальный сайт. – Москва.

11. Родионовская, И.С. Особенности формирования архитектурной среды объектов водно-парусного спорта и водного туризма в современных условиях. Материалы 9-ой международной научно-практической конференции / И.С. Родионовская, М.Е. Шахова (Печеник), С.А. Кочеряев. 2013. с. 59-67

12. Хачикян К.К., Сысоева Е.А. История развития и архитектура яхт-клубов // Градостроительство и архитектура. - 2017. - Т. 7, № 1. - С. 102-106.

Architectural analysis of the current state and development trends of yacht clubs in St. Petersburg

Krasnov R.K., Perov F.V.
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

In the context of urbanization and an increase in the city's population, yacht clubs are becoming not only a place for storing and servicing yachts, but also centers of attraction for residents and guests of St. Petersburg, contributing to the integrated development of coastal areas and the popularization of yachting. The expansion of the range of services requires a change in the classical typology of yacht clubs. This article substantiates the need to take into account the specifics of the region, influencing factors, the current state of facilities and trends in the development of the yachting and sailing industry when designing modern yacht clubs in St. Petersburg.

The historical experience of building yacht clubs in St. Petersburg is analyzed, and historical trends in their development are revealed. A comparative analysis of the experience of designing and building yacht clubs is carried out using the example of the largest yacht clubs in St. Petersburg. Their main characteristics, specifics, functional and planning organization are determined. The existing and planned system of yacht club accommodation in St. Petersburg is considered, its key parameters and features are

determined. Based on the identified influencing factors, a SWOT analysis was conducted to assess the prospects and strategic directions for the development of yacht clubs in St. Petersburg. The study made it possible to systematize the data obtained and identify the main trends in the development of yacht clubs.
Keywords: yacht clubs, architectural analysis, development trends, current state, St. Petersburg, architectural typology, analysis of design experience.

References

1. Afonin, K. V. Architecture of yacht clubs: history, modern trends and development prospects / K. V. Afonin // Influence of scientific and technological progress on the quality of life of the population: collection of scientific papers. – Miass: Anigo Publishing House, LLC, 2024. pp. 148-156.
2. Berezkin, A.A. Features and prospects of increasing the investment attractiveness of the yacht and boat tourism industry in St. Petersburg and the Leningrad region / A.A. Berezkin, A.V. Lebedeva. – Travel companies. 2001. – No. 24. – 62 p.
3. Ivanov N. N., Kovalev N. V. The development of yacht tourism in St. Petersburg and the Leningrad region // Management consulting. 2013. No. 11.
4. Klimbek V. R., Selivanovsky V. A. "From Matisse to Baltiyets". - St. Petersburg, 2016. - 336 p.
5. Krasnov, R. K. Historical prerequisites for the formation of the typology of modern yacht clubs / R. K. Krasnov // XIV Regional Creative Forum with international participation "Architectural Seasons at St. Petersburg State University": Collection of materials of the II National (All-Russian) Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, April 22-26, 2024. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2024, pp. 206-207.
6. Krasnov, R.K. Social aspects of the formation of the typology of modern yacht clubs / R. K. Krasnov, F. V. Perov // Economics of construction. – 2024. – No. 12. – pp. 59-62.
7. Krasnov, R.K. Factors influencing the development of the architectural typology of modern yacht clubs / R. K. Krasnov // Actual problems of modern construction: Proceedings of the LXXVII National Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, October 28-31, 2025. - Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2025.
8. Pechenik, M.E. Principles of formation of objects of water-sailing, recreation and tourism in coastal areas of water areas: specialty 05.23.21 "Architecture of buildings and structures. Creative concepts of architectural activity": dissertation for the degree of Candidate of Architecture / Marina Evgenievna Pechenik. Moscow, 2016.
9. Plyatskovskaya, O. V. Modern problems of yachting development in St. Petersburg // Science, education and experimental design in the MARCHI: Abstracts of the international scientific and practical conference of faculty, young scientists and students, Moscow, April 08-12, 2019. Volume 1. Moscow: Moscow Architectural Institute (State Academy), 2019.
10. Decree of the Government of the Russian Federation No. 2897- of 14.10.2021 (ed. from 06.06.2024) "On approval of the Concept for the development of yachting tourism in the Russian Federation for the period up to 2030" // Government of the Russian Federation: official website. – Moscow.
11. Rodionovskaya, I.S. Features of the formation of the architectural environment of water-sailing and water tourism facilities in modern conditions. Materials of the 9th International Scientific and Practical conference / I.S. Rodionovskaya, M.E. Shakhova (Pechenik), S.A. Kocheryaev. 2013. pp. 59-67.
12. Khachikyan K.K., Sysoeva E.A. The history of development and architecture of yacht clubs // Urban planning and architecture. - 2017. - Vol. 7, No. 1. - pp. 102-106.

Архитектурно-дизайнерские приёмы организации исцеляющих парков

Черешнев Игорь Владимирович
канд. архитектуры, профессор каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), tchereshnev66@mail.ru,

Павлушина Наталья Андреевна
старший преподаватель каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), pavlushina_architect@mail.ru,

Рубцова Александра Владимировна
студент бакалавриата каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), rubtsovasasha2003@gmail.com,

Кудинова Ксения Родионовна
студент бакалавриата каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), ksenia_kudinova@mail.ru,

Муртазинова Марина Алексеевна
студент бакалавриата каф. дизайна и монументально-декоративного искусства, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), marinok2502@yandex.ru

В статье исследуются ключевые архитектурно-композиционные приёмы организации «исцеляющих садов». На примере таких парков, как Исцеляющие сады в Сколково в Москве и парк Цзиньюэ в Китае, осуществляется детальный анализ наполнения и организации планировочной структуры парковых территорий. Важное внимание уделяется эмоциональному воздействию и восприятию человека, а также его погружению в среду «восстановления». В рамках исследования рассматривается, каким образом архитекторы, используя разнообразный подход в архитектурно-композиционном проектировании, достигают значительного эмоционального воздействия на посетителей. Это дает возможность не только прикоснуться к природе в черте города, но и качественно провести время как наедине с собой, так и в компании. Таким образом, статья стремится осветить важность наличия исцеляющих садов в городской среде, а также обратить внимание на проблему ментального здоровья людей.
Ключевые слова: парк, исцеляющие сады, ландшафтотерапия, эмоциональное восприятие.

Введение

Исцеляющие сады играют ключевую роль в терапевтическом воздействии на человека. Общий вектор развития в мире ведет нас к глобальной цифровизации. Люди начинают все больше времени проводить в «онлайн-пространстве». Цифровые устройства внедряются в повседневный быт человека так, что их отсутствие скоро станет невозможным. Стиль жизни кардинально трансформируется и продолжает видоизменяться. Концепции смарт-городов и цифровой реновации малых территорий набирают популярность, а незастроенных участков становится все меньше. Инновационные решения внедряются на всех уровнях: от модернизации цифровой инфраструктуры города до создания локальных дата-центров. А значит одним из последствий этого развития может являться уклон в ухудшение качества «оффлайн-пространства». Однако человек существует в физическом пространстве, а не в метавселенной. Численность городов растет, а социальный быт человека меняется не в сторону коллективного времяпровождения.

На конкретных примерах проанализированы такие важнейшие аспекты как: планировочная структура, функциональное наполнение, архитектурно-дизайнерские решения и эмоциональное воздействие. Внимание уделено сравнительному анализу не только отечественного опыта, но и архитектурных решений зарубежного опыта.

Вначале рассмотрим теоретические основы создания терапевтического пространства, которые были выделены психологами и нейробиологами.

Например, врач М.Й. Эртель предложил методику лечения под названием терренкур, включающую лечебные пешие прогулки и созерцание красоты природы [1]. Эта методика позже развилась в ландшафтотерапию («лечение пейзажами»), которая является методом курортной терапии [2]. В отличие от обычной прогулки, терренкур предполагает строго определенные параметры: протяженность маршрута, угол наклона (пересеченная или горная местность), темп ходьбы, а также количество и продолжительность остановок для отдыха. Эртель выделял 4 разных типа дорожек: ровные дороги, удобные для пешей ходьбы; дорожки с незначительным уклоном; более длинные дорожки с более значительным уклоном; крутые горные тропинки с трудным подъемом (большим уклоном). Таким образом, в зависимости от здоровья пациента, врач определяет индивидуальный маршрут в специально проложенном месте. Это дает архитекторам научное обоснование для проектирования такого рода мест.

Нейробиолог Марк Берман совместно с психологами Рэйчел и Стивен Каплан исследовали концепцию «ощущения природы». Их исследования показали, что взаимодействие с природой помогает восстановить умственную усталость и концентрацию внимания, что имеет прямое биологическое обоснование для создания терапевтических пространств [3]. В ходе исследования Берман выявил четыре ключевых качества, которые люди считали «природными»: обилие изогнутых линий (например, изгибов рек), отсутствие прямых линий (например, автомагистралей), зеленые и синие оттенки и фракталы, ветвящиеся узоры, повторяющиеся в разных масштабах [4]. Фракталы можно построить математически, но они также встречаются в природе: от ветвей деревьев до разнообразных узоров снежинок.

Вывод

Выявленные нейробиологами и психологами принципы терапевтических пространств формируют основу для проектирования мест, где ландшафт выступает объектом созерцания. Рельеф помогает направить человека не только на восстановление физического здоровья, но и ментального [5]. Таким образом, организация такой парковой зоны в черте города необходимая мера для создания «точки восстановления».

Одним из наиболее выразительных примеров создания архитектурно-композиционного приёма организации терапевтического пространства являются Исцеляющие сады в Сколково в Москве.

Сады в Сколково – это комплекс парковых территорий, занимающих 3,5 гектара и включающих в себя лечебные сады, которые могут использоваться круглогодично. В каждом маленьком парке представлена тематика ближайшего к нему медицинского центра. Таким образом, природная составляющая комплекса напрямую зависит от потребностей пациентов [6]. Планировочная структура территории – пейзажная с извилистыми дорожками (рис. 1).

Рис. 1. Планировочная структура парковой территории в Сколково

Функциональные зоны соединены между собой узкими дорожками и представляют следующие пространства: «Малый сад» включает в себя расходящуюся сеть дорожек с арт-объектами. При прогулке человек имеет вариативность выбора своего пути от короткого до длинного. Обоснованием такого решения является возможность увидеть как можно больше за короткую прогулку на небольшой территории (рис. 3, п.1); «Лес медитаций» представлен природными тропинками с подобранными деревьями, которые создают музыкальный шум. Это место направлено на исцеление звуком и уединенного отдыха. Установленные на тропинках динамики воспроизводят тихие звуки природы шуршание гравия под ногами, звук ветра в бамбуковой роще (рис. 3, п.5); «Тактильная дорожка» представляет собой тропинку с меняющимся уклоном и покрытием на всем пути. Начинается она с деревянного настила, а заканчивается насыпной галькой (рис. 3, п.8); «Цветочная гора» направлена на исцеление ароматами. Пешеходная тропа со множеством цветов, закручиваясь в спираль, ведет на вершину холма, откуда можно созерцать прилегающую территорию. Цветение растений сильно ограничено временными рамками, поэтому данная терапия не может использоваться круглогодично (рис. 3, п.7). Данные тропинки можно интерпретировать как терренкуры, так как они предлагают движение по специально созданному рельефу [7].

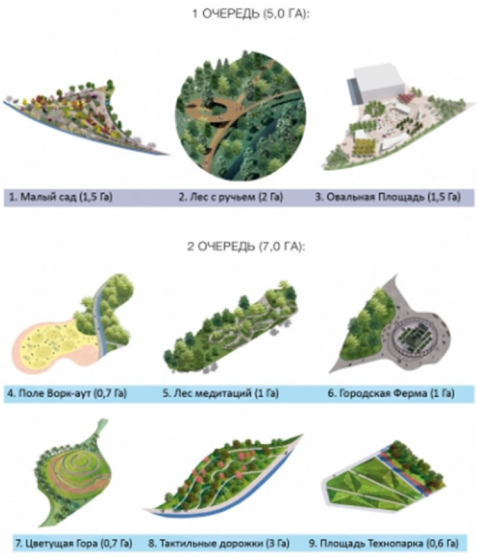


Рис. 2. Функциональные зоны в парке Сколково

Создание в парке определенного воздействия на органы чувств посетителей привносит новые возможности для отвлечения от городской суеты. Достигается это за счет смешения различных фактур и создания видовых точек для созерцания. В то же время при ориентации на работников медицинского кластера присутствуют зеленые посадки для исследований в области ботаники и экологии на данной территории.

Рассмотрим зарубежный опыт в создании парка Цзинъюэ в Китае. Данный парк стал ключевым узлом городской системы в Китае, который являет собой «экологически зеленые земли».

Над всей территорией парка проходит транспортная магистраль, что дало обоснование для создания места, объединяющего город, людей и природу (рис. 4). Большое количество зелени снижает шум дороги над парком для нахождения в более спокойной среде [8]. Деревья помогают задержать пыль и снизить температуру на несколько градусов, что еще является и экономически выгодным фактором. Шум листвы снижает тревожность, ароматы трав повышают уровень удовольствия, прохлада и тень уменьшают физический дискомфорт. Так как парк расположен в окружении застройки, людям просто необходимо иметь место, предполагающее отдых. Знакомства между горожанами будут способствовать формированию местного сообщества и повышению безопасности.

Рис. 3. Jingyue central park в Китае

Планировочная структура – пейзажная с извилистыми тропинками, они проходят между холмами, что походит на серпантин в горах. Отсутствие жестких форм позволяет создать привлекательную среду для отвлечения от бытовых дел. Функциональное зонирование подразделяется на: 1) павильоны, которые имеют круглую в плане форму и напоминают грибочки на поляне (рис. 5); 2) спортивную зону, которая вплетается в многоуровневые дорожки с площадками, предназначенные для велосипедистов, скейтеров и роллеров (рис. 6). Пешие и спортивные дорожки не конкурируют, а взаимодействуют между собой. Такая разнонаправленность в одном месте делает парк живым и меняющимся в течение дня; 3) детскую площадку с параметрическими формами оборудования.

Таким образом, парк ориентирован на смешение активного отдыха со спокойным. Достигается это за счет переплетения зон между собой, что придает парку эффект контраста. Дополнительные установки создают камерную атмосферу с вечерней подсветкой и шумом листвы, что направлено на погружение в медитацию. Это изменение в течение суток направлено на создание эффекта плавного перехода от социальной жизни к личной. Грань между городским и природным стирается, что привносит в это пространство единство [9].

Рис. 4. Павильон с тропой-серпантином

Рис. 5. Спортивная зона в парке Цзинъюэ

Практические рекомендации для проектных решений

Результат анализа показывает важность создания эмоциональной атмосферы парка. Основой проектирования является организация сценарного маршрута, в котором обеспечивается чередование открытый и замкнутых пространств. В том числе необычным элементом в парке может выступать разноуровневость тропинок с видовыми точками. Такие подходы формируют плавное погружение пользователя в природную среду [10]. Особое внимание стоит уделить визуальным связям между функциональными зонами. Например, сквозные арки со аудио-световыми эффектами, водная поверхность вдоль дорожек или тактильные материалы способствуют не только созданию идентичности места, но и исцеляющему воздействию на человека.

Заключение

Проведённый анализ примеров исцеляющих садов демонстрирует, что архитектурно-дизайнерские приёмы играют ключевую роль в формировании эмоционального воздействия на посетителя. Такие элементы как извилистые дорожки, световые, звуковые эффекты и фактурные решения создают сложную систему визуальных кодов, передающих идеи исцеления и терапии. Рассмотренные парки – Исцеляющие сады в Сколково и Центральный парк Цзинъюэ в Китае - по-разному решают эту задачу. Один ведет нас к спокойному созерцанию и медитации, другой призывает к активному проведению дня. При этом все рассмотренные парки объединяет использование архитектурных средств для создания мощного эмоционального резонанса, превращающего посетителя из пассивного наблюдателя в активного участника в жизни ландшафта.

Литература

1. Oertel, M. J. Therapie der Kreislaufs-Störungen: Bewegungstherapie, Terraincur, Klimatologie; mit einem Atlas von 6 Tafeln und 19 Diagrammen im Text. — Leipzig : F. C. W. Vogel, 1886. — XII, 274 S.
2. Gesler, W. M. (1992). Therapeutic landscapes: Medical issues in light of the new cultural geography. Social Science & Medicine, 34(7), 735-746.
3. Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology, 15*(3), 169-182.
4. Berman, Mare G et al. «The Cognitive Benefits of Interacting with Nature», Psychological Science, Vol 19. Num 12. Michigan, 28 May 2008.
5. Петрашень Е. П. Ландшафтный дизайн для здоровья человека и проектный метод его изучения // Зеленый журнал – бюллетень Ботанического сада Тверского Государственного университета. 2018. №4. С. 71-84.
6. Занегина А.Б., Жовнерчук Н.Е. Ландшафтотерапия в городе. Городские факторы, влияющие на здоровье человека. Вестник науки. 2019. Т. 2. № 12 (21). С. 169-178.
7. Бадалов Н.Г., Барашков Г.Н., Персиянова-Дуброва А.Л. Терренкуры и физическая тренировка ходьбой//Физиотерапия Бальнеология Реабилитация - 2016.-№6.-с.317-322
8. Д. А. Хрулёв, Э. Э. Красильникова, С. Б. Данилова. Ландшафтный урбанизм: анализ исследований интеграции терапевтических садов в городскую среду. — Системные технологии. — 2024. — № 2 (51). — С. 134–145.
9. Красильникова Э. Э., Журавлева И. В., Заика И. А. Создание лечебного и терапевтического ландшафтов: опыт проектирования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: агрономия и животноводство.—2021.—№3.—С. 238–254.
10. Zhumadil A. N. The influence of landscape urbanism on the psycho-emotional state of a person // Urban development and architecture. - 2022. - No. 1. - P. 112-115.

Architectural and design techniques for organizing healing parks

Chereshnev I.V., Pavlushina N.A., Rubtsova A.V., Kudinova K.R., Murtazinova M.A.
Volgograd State Technical University (VSTU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the key architectural and compositional techniques of organizing «healing gardens». On the example of such parks as the Healing Gardens in Skolkovo in Moscow and the Jingyue Park in China, a detailed analysis of the content and organization of the planning structure of park areas is carried out. The study examines how architects, using a diverse approach to architectural and compositional design, achieve a significant emotional impact on visitors. This provides an opportunity not only to touch nature within the city, but also to spend quality time both alone and in company. Thus, the article seeks to highlight the importance of the presence of healing gardens in the urban environment, as well as to draw attention to the problem of mental people's health.

Key words: park, healing gardens, landscape therapy, emotional perception.

References

1. Oertel, M. J. Therapy of Circulatory Disorders: Movement Therapy, Terrain Cure, Climatology; with an atlas of 6 plates and 19 diagrams in the text. — Leipzig: F. C. W. Vogel, 1886. — XII, p.274
2. Gesler, W. M. (1992). Therapeutic landscapes: Medical issues in light of the new cultural geography. Social Science & Medicine, 34(7), pp. 735-746.
3. Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. Journal of Environmental Psychology, 15(3), pp. 169-182.
4. Berman, Mare G et al. «The Cognitive Benefits of Interacting with Nature», Psychological Science, Vol 19. Num 12. Michigan, 28 May 2008.
5. Petrashen E. P. Landscape Design for Human Health and Project Method of Its Study // Green Journal – Bulletin of the Botanical Garden of the Tver State University. 2018. No. 4. p. 71-84.
6. Zanegina A.B., Zhovnerchuk N.E. Landscape Therapy in the City. Urban Factors Influencing Human Health. 2019. T. 2. No. 12 (21). pp. 169-178.
7. Badalov N.G., Barashkov G.N., Persiyanova-Dubrova A.L. Terrainkurs and physical training by walking // Physiotherapy Balneology Rehabilitation - 2016.-No. 6.-pp. 317-322
8. D. A. Khrulev, E. E. Krasilnikova, S. B. Danilova. Landscape Urbanism: Analysis of Studies on the Integration of Therapeutic Gardens into the Urban Environment. — System Technologies. — 2024. — No. 2 (51). — p. 134–145.
9. Krasilnikova E. E., Zhuravleva I. V., Zaika I. A. Creation of Therapeutic and Therapeutic Landscapes: Design Experience // Bulletin of the Russian University of Peoples' Friendship. Series: Agronomy and Animal Husbandry.—2021.—No. 3.—p. 238–254.
10. Zhumadil A. N. The influence of landscape urbanism on the psycho-emotional state of a person // Urban development and architecture. - 2022. - No. 1. - P. 112-115.

Оценка эффективности внедрения теплонасосной системы теплоснабжения в малоэтажном строительстве

Ометова Мария Юрьевна
кандидат технических наук, доцент, Ивановский государственный политехнический университет, ometova_m@rambler.ru,

Зайцева Ирина Александровна
кандидат экономических наук, Ивановский ЛПУМГ - филиал ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», 75zss@rambler.ru,

Логинова Светлана Андреевна
кандидат технических наук, доцент, Ярославский государственный технический университет, sl79066171227@yandex.ru,

Левицкий Семен Васильевич
Ивановский ЛПУМГ - филиал ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», knyaztmitb@yandex.ru

Предложено решение системы отопления, основанное на использовании низкотемпературного воздушного теплового насоса и электрических конвекторов. Данная система обеспечивает стопроцентное покрытие тепловых нагрузок, при этом среднегодовой COP ожидается на уровне 2,5-3,0, что существенно снижает эксплуатационные расходы. В ходе эксперимента было выявлено, что стандартной мощности теплового насоса недостаточно при температурах ниже -20 °C, что обосновывает необходимость установки резервных конвекторов общей мощностью 3,25 кВт.Внедрение такой системы в доме из морского контейнера окупится примерно за 3 года, а чистый дисконтированный доход за 10 лет превысит 130 тыс. рублей.
Ключевые слова: малоэтажное строительство, энергоэффективность, тепловой насос, рекуператор, качество воздуха.

Введение

Проблема энергосбережения и повышения энергоэффективности в строительнойотрасли Российской Федерации занимает центральное место в государственной политике, поскольку напрямую связана с устойчивым развитием экономики и улучшением качества жизни граждан. В условиях малоэтажного строительства, где коэффициент компактности - отношение площади ограждающих конструкций к внутреннему объёму здания - значительно выше, чем в многоэтажной застройке, вопросы тепловой защиты становятся особенно актуальными. Это связано с тем, что в малоэтажных домах теплопотери через стены, крышу и окна могут быть существенно выше, что требует внедрения более эффективных решений по теплоизоляции и энергосбережению [1,2].

Фундаментальной основой нормативного регулирования в данной области является Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» (2009 г.).Ключевым нормативным документом, определяющим требования к тепловой защите зданий, является СП 50.13330 «Тепловая защита зданий».Согласно ему тепловая защита здания считается соответствующей нормативам, если выполняются требования по трем ключевым показателям:

- приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций (стен, окон, покрытий, перекрытий);
- санитарно-гигиенический показатель, включающий температурный перепад между внутренним воздухом и поверхностью ограждающей конструкции;
- удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания.

Для малоэтажного строительства с применением тепловых насосов выполнение (и превышение) поэлементных требований к приведенному сопротивлению теплопередачи является критически важным. Поскольку эффективность теплового насоса (коэффициент COP) напрямую зависит от температуры теплоносителя, снижение теплопотерь через ограждающие конструкции позволяет использовать низкотемпературные системы отопления, тем самым повышая общую эффективность системы [3, 4].

В условиях роста тарифов и ужесточения требований к энергоэффективности, тепловые насосы являются наиболее перспективной альтернативой традиционным источникам тепла. Сравнительный анализ типов оборудования [5-7] подтверждает, что для климатических условий России наиболее применимы геотермальные системы (как наиболее стабильные) и воздушные системы с технологией впрыска пара (как наиболее доступные, но требующие резервирования).

Соблюдение требований СП 50.13330 и стремление к достижению высоких классов энергоэффективности (А, В) является не просто формальным требованием, а необходимым технико-экономическим условием для эффективного внедрения теплонасосных технологий в малоэтажном строительстве [8-10]. Игнорирование нормативных требований к тепловой оболочке здания ведет к резкому росту требуемой тепловой мощности оборудования, увеличению потребления электроэнергии компрессором и снижению сезонного коэффициента эффективности (SCOP) всей системы.

Постановка задачи

Обоснование выбора энергоэффективной системы теплоснабжения, базирующейся на технологии тепловых насосов, невозможно без детального и всестороннего анализа исходных условий. Район строительства объекта дальнейшего исследования расположен в деревне Калачево, входящей в состав Ивановского района Ивановской области. Ивановская область расположена в центре европейской части России, в зоне, характеризующейся умеренно континентальным климатом. Для данной климатической зоны свойственны сравнительно теплое, но короткое лето и продолжительная, умеренно холодная зима. Ивановская область относится к зоне нормальной влажности, согласно СП 50.13330. Преобладающее направление ветров в зимний период – южное и юго-западное. Средняя скорость ветра за три зимних месяца составляет 3,5-4,0 м/с. Эти факторы оказывают непосредственное влияние на выбор типа теплового насоса и стратегию его эксплуатации.

Сам объект исследования имеет внутреннее пространство, организованное по принципу линейной планировки, диктуемой геометрией контейнера (вытянутый прямоугольник) (рис.1). Общая масса внутренних конструкций относительно невелика (порядка 4,2 т). Это свидетельствует о низкой тепловой инерции здания. В отличие от каменных или

кирпичных домов, дом-контейнер быстро прогревается (что является плюсом для режима эксплуатации «выходного дня»), но также быстро остывает при отключении отопления [11, 12]. Это свойство делает применение воздушного теплового насоса оправданным, так как он способен быстро нагнетать теплый воздух, но требует наличия системы автоматики для поддержания постоянной температуры.

Рис. 1. Конструкция объекта исследования

Методы исследования

Для расчета теплопроизводительности и коэффициентов производительности использованы следующие методики:

- Расчет тепловых нагрузок. Согласно СП 50.13330и СП 60.13330 теплопотери рассчитываются методом поэлементного суммирования трансмиссионных и вентиляционных потерь.

- Расчет сезонного коэффициента эффективности (SPF/SCOP). Применяется методика «bin-method» (метод температурных корзин), описанная в европейском стандарте EN 14825. Суть метода заключается в разбивке отопительного периода на температурные интервалы (например, с шагом 1°С), определении длительности стояния температур каждого интервала в часах для конкретного климатического региона и расчете выработки тепла и потребления энергии для каждого интервала отдельно.

- Гидравлический расчет геотермального контура: производиться на основе уравнения Дарси-Вейсбаха для потерь давления и методики VDI 4640 (немецкий стандарт для тепловых насосов) для определения теплосъема с грунта.

Обсуждение результатов

Разработка системы отопления любого здания, а особенно энергоэффективного объекта, эксплуатируемого с применением тепловых насосов, базируется на точном определении теплозащитных свойств его оболочки. Был проведен расчет приведенного сопротивления теплопередаче для основных ограждающих конструкций (стен, пола, покрытия) дома из морского контейнера [13]. Целью расчета являлось определение фактического сопротивления теплопередаче принятых конструктивных решений, сравнение полученных значений с нормативными требованиями СП 50.13330.

Конструкция стены дома из морского контейнера представляла собой специфическую многослойную структуру, где несущая часть (металл) находится снаружи, а утеплитель – внутри.В результате расчетов, проведенных по стандартной методике, полученное фактическое значение сопротивления стены составило 2,56 м^2•С/Вт, что ниже базового норматива (3,26), но выше минимально допустимого порога. При толщине утепления 70 мм стена удовлетворяет санитарно-гигиеническим требованиям. Увеличение толщины утепления до 100 мм позволило бы достичь более высоких показателей, но это уменьшит полезную площадь помещения, которая и так ограничена габаритами контейнера. Поэтому принятое решение является компромиссным.

Пол контейнера находится в сложных условиях. Здание установлено на винтовых сваях, следовательно, подпольное пространство является вентилируемым. Температура воздуха под полом принимается равной температуре наружного воздуха (-28^{0}С). В связи с этим требования к теплоизоляции пола аналогичны требованиям к кровле. Состав пола:чистовое покрытие, влагостойкая фанера, топлоизоляционный слой. Полученное значение сопротивления 2,73 м^2•С/Вт лишь незначительно превышает минимально допустимый порог. При таком утеплении температура поверхности пола может быть ощутимо прохладной (+17...+18^{0}С при норме +20^{0}С).

Конструкция потолка контейнера типа HighCube позволяет разместить утеплитель внутри без критической потери высоты потолка. В связи с этим конструкция покрытия была принята следующего типа: внутренняя отделка (ГКЛ), теплоизоляция (напыляемый ППУ на внутреннюю поверхность стальной крыши). Значение сопротивления получилось равным 2,89 м^2•С/Вт, что также находится в зоне допустимых значений. Это подтверждает, что контейнерные дома, адаптированные для российского климата, требуют эффективной системы отопления для компенсации теплопотерь.

Для металлических контейнеров вопрос конденсации стоит острее, чем вопрос теплопотерь. Металлическая оболочка является абсолютным паробарьером с наружной стороны [12, 13]. Водяной пар, образующийся внутри помещения, под действием давления стремится наружу. В данном случае применен пенополиуретан с закрытой ячейкой [11]. Этот материал имеет крайне низкий коэффициент паропроницаемости и сам является паробарьером. При напылении ППУ на металл создается монолитное сцепление. Влага не может проникнуть к металлу, конденсация исключена. Это обосновывает выбор данного типа утепления как единственно верного для контейнеров.

Определение теплового баланса здания является фундаментальным этапом проектирования, необходимым для корректного подбора мощности теплонасосного оборудования [13]. В результатерасчета трансмиссионных теплопотерь через ограждающие конструкции было получено значение в 2847 Ватт. Это значение показывает, сколько тепла уходит через конструкции при экстремальных морозах, если исключить воздухообмен.

С целью повышения энергоэффективности система вентиляции была оснащена рекуператором – теплообменником, который передает тепло вытяжного воздуха холодному приточному. Использование рекуператора позволило снизить нагрузку на тепловой насос почти на 0,8 кВт, что критически важно в морозные дни.С учетом бытовых тепловыделений итоговая расчетная тепловая нагрузка на систему отопления составила 3,5 кВт.Полученное значение является отправной точкой для выбора оборудования. Это пиковая нагрузка, которая будет возникать всего несколько дней в году. Средняя нагрузка за отопительный сезон (при температуре -3,8^{0}С) будет примерно в 2 раза ниже.

На основании рассчитанных нагрузок производился технико-экономический выбор конфигурации системы отопления. Для покрытия нагрузки в 3,5 кВт при -28^{0}С и 3,6 кВт на охлаждение требуется оборудование с запасом производительности. Экономически выгоднее подобрать модель, которая покроет теплопотери самостоятельно до температуры - 15... -20^0 С.В качестве подходящего оборудования под эти параметры, была рассмотрена модель Cooper&Hunter серии ArcticInverter. Технические данные выбранного типоразмера (12 BTU): производительность по теплу (ном): 4,2 кВт; потребляемая мощность: 0,9 - 1,1 кВт; коэффициент COP (при +7): около 4,0 – 4,5; производительность при -15^{0}С: около 2,5 кВт (достаточно для покрытия потерь); производительность при -25^{0}С - около 1,8 кВт.Для реализации энергоэффективного решения выбрана приточно-вытяжная установка с рекуперацией тепла (например, пластинчатого или роторного типа, либо компактные стеновые рекуператоры-бризеры). Она позволяет сохранять до 70% тепла, удаляемого с вытяжным воздухом, возвращая его обратно в дом. Это ключевой элемент, позволяющий снизить теплопотери до уровня, с которым справляется один бытовой тепловой насос.

Проведенный детальный расчет теплового баланса показал, что для объекта исследования (дом из контейнера) максимальная потребность в тепловой энергии при температуре наружного воздуха -28 °С составляет 3,62 кВт.Структура теплопотерь выявила, что наибольшая утечка тепла происходит через стены (41%) и горизонтальные перекрытия (28%), что подтверждает необходимость максимально качественного утепления бесшовным методом (ППУ). Вентиляционные потери благодаря применению рекуператора снижены до 13%, что является отличным показателем энергоэффективности.

Расчет летнего режима показал, что теплопоступления в жаркий период сопоставимы с зимними теплопотерями и составляют около 3,0 кВт.

Симметрия зимних и летних пиковых нагрузок (3,6 кВт тепла и 3,0 кВт холода) идеально соответствует характеристикам реверсивных тепловых насосов типа «Воздух-Воздух». Один агрегат номинальной мощностью 12000–18000 BTU (3,5–5,0 кВт) способен закрыть потребности здания круглогодично, работая в оптимальном режиме загрузки компрессора.

Полученные данные служили основанием для перехода кдальнейшему подбору конкретных марок оборудования и разработке схемы отопления.

На рынке климатического оборудования РФ в сегменте тепловых насосов «Воздух-Воздух», адаптированных для работы на обогрев, выделяются три основные группы оборудования. В таблице 1 приведено их сравнение применительно к объекту исследования.

Для дальнейшей реализации проекта была выбрана модель Cooper&Hunter CH-S12FTXLA-NG (серия ArcticInverter).

Эффективность воздушного отопления напрямую зависит от аэродинамики воздушных потоков внутри помещения. Для дома из морского контейнера была характерна вытянутая геометрия: длина 12 м при ширине всего 2,35 м (в чистоте). Установка внутреннего блока на длинной

стене по классическому варианту привела бы к тому, что поток теплого воздуха стал бы быстро ударяться в противоположную стену, создавая зону перегрева локально и оставляя торцевые зоны (спальня, прихожая) холодными. В связи с этим было принято следующее проектное решение: внутренний блок размещался на поперечной перегородке, разделяющей зону кухни-гостиной и санузла/прихожей, или на торцевой стене гостиной, с направлением потока вдоль длинной оси здания; наружный блок устанавливается на независимой металлической подставке, не связанной жестко с каркасом контейнера.Учитывая, что выбранный тепловой насос покрывает потребность в тепле на 100% только до -15 °C, а также принимая во внимание риски выхода сложной электроники из строя, было предусмотрена установка системы прямого электрического отопления. Для системы вентиляции была использована компактная подвесная ПВУ с мембранным (энтальпийным) рекуператором, установленным в технической зоне. В отличие от пластинчатых алюминиевых теплообменников, мембранный рекуператор возвращает не только явное тепло, но и скрытую теплоту влаги. Молекулы водяного пара из влажного вытяжного воздуха диффундируют через мембрану в сухой приточный воздух.Такая система вентиляции не требуетотвода конденсата, не пересушивает воздух, работает без преднагрева до -10...-15°C.

Таблица 1

Сравнительный анализ теплонасосного оборудования на рынке тепловых насосов «Воздух-Воздух»

Оборудование	Модели	Характеристика	Экономическая оценка
Премиум-сегмент (Mitsubishi Electric, Daikin)	Серии ZUBADAN (MSZ-LN/FH) илиPerfera	Сохранение 100% мощности до -15°C, работа до -25...-30°C. SCOP > 5,0.	Стоимость комплекта оборудования превышает 150–200 тыс. рублей (в ценах 2024–2025 гг.), что составляет существенную долю от стоимости всего модульного дома. Для бюджетного контейнерного строительства считается избыточным.
Среднийсегмент «Heat Pump» (Cooper&Hunter, Gree, Haier)	C&H VIP Inverter / Arctic Inverter, GreeAmber, Haier Flexis	Использование двухступенчатых роторных компрессоров (Gree/Sanyo), наличие EVI (в старших моделях), подогрев поддона. Работа до -30°C.	Оптимальное соотношение цены и качества. Стоимость в 2–2,5 раза ниже премиум-сегмента при сопоставимых характеристиках сезонной эффективности в условиях средней полосы.
Бюджетный сегмент (Китайские OEM-бренды)		Заявленная работа до -15...-20°C. Отсутствие оптимизации цикла оттайки.	Высокая вероятность остановки по ошибке «низкое давление» в сильные морозы, низкий ресурс компрессора при работе на пределе. Не рассматривается для основного отопления.

Разработанная техническая схема отопления на базе низкотемпературного воздушного теплового насоса в сочетании с электрическими конвекторами обеспечивает 100% покрытие тепловых нагрузок, при этом среднегодовой COP ожидается на уровне 2,5–3,0, что существенно снижает эксплуатационные расходы. В ходе эксперимента было выявлено, что стандартной мощности теплового насоса недостаточно при температурах ниже -20 °C, что обосновывает необходимость установки резервных конвекторов общей мощностью 3,25 кВт.Предложенная схема вентиляции с энтальпийным рекуператором решает проблему влажности и CO_2 без существенныхтеплопотерь [14].Предложенный комплекс инженерных решений полностью соответствует требованиям СП 60.13330.

Вывод

Проведенное технико-экономическое обоснование позволяет сформулировать итоговые выводы:

- Внедрение воздушного теплового насоса в комбинации с рекуператором в доме из морского контейнера окупается за 3 года. Чистый дисконтированный доход за 10 лет составляет более 130 тыс. рублей.

- Дополнительные капитальные вложения (около 100 тыс. руб.) сопоставимы со стоимостью 2–3 кв. метров жилья и доступны для частного застройщика.

- Стоимость отопления за весь сезон (около 15 тыс. руб.) сопоставима с коммунальными платежами за однокомнатную квартиру за 2-3 месяца, что делает проживание в таком доме финансово необременительным.

- В сегменте малогабаритного домостроения (до 50 м²) тепловой насос экономически выигрывает не только у прямого электроотопления, но и у магистрального газа за счет отсутствия высоких стартовых затрат на подключение.

Результаты исследования доказывают, что предложенная инженерная концепция является не просто энергоэффективной, но и коммерчески привлекательной моделью для масштабирования в сфере индивидуального жилищного строительства и экотуризма в России.

Литература

1. **Алхасов, А. Б.** Перспективы использования тепловых насосов в системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 2018. – № 2. – С. 45–50.
2. **Кокорин, О. Я.** Энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования / О. Я. Кокорин. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 250 с.
3. **Зайцев, О. Н.** Особенности применения воздушных тепловых насосов в климатических условиях средней полосы России / О. Н. Зайцев, П. В. Коротков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 1 (35). – С. 12–18.
4. **Муфтахутдинова, З.Р.** Мероприятия по энергосбережению в системах вентиляции // Химия. Экология. Урбанистика. – 2023. – Т. 1. – С. 161-164.
5. **Минаков, В. Ф.** Эффективность использования тепловых насосов в малоэтажном строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – № 5 (56). – С. 7–19.
6. **Шишкин, Н. Д.** Анализ эффективности бивалентных систем отопления на базе тепловых насосов // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2020. – № 4. – С. 22–26.
7. **Авсюкевич, Д.А.** Методика оценки энергоэффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха специальных объектов при переменных эксплуатационных нагрузках /Д.А. Авсюкевич, М.В. Егоричев, В.О. Сайданов // Специальная техника и технологии транспорта. – 2025. – № 27. – С. 111-122.
8. **Зайцева, И.А.** Интеграция принципов энергоэффективности и энергосбережения в управление жизненным циклом объектов капитального строительства / И.А.Зайцева, С.А. Логинова, О.Р. Андреева // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2025. – № 2 (52). – С. 57-63.DOI: 10.52684/2312-3702-2025-52-2-57-63
9. **Семенова, Э.Е.** Влияние климатического района строительства на теплотехнические характеристики наружных ограждающих конструкций с учетом энергосбережения / Э.Е.Семенова, А.А. Рыбалко, Ю.А. Черникова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2023. – № 4 (46). – С. 13-19.DOI: 10.52684/2312-3702-2023-46-4-13-19
10. **Мартюхов,М.К.**Повышение энергоэффективности объектов малоэтажного строительства / М.К.Мартюхов, М.А. Рагозина //Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2018. –№ 4 (14). – С. 713-715.
11. **Наумов, А. Л.** Вентиляция с переменным расходом воздуха (VAV-системы): преимущества и особенности проектирования // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. – 2018. – № 3. – С. 22–29.
12. **Петрова, З.К.**Энергоэффективные технологии в малоэтажном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – № 7. – С. 70-75.
13. **Гусакова, Н.В.** Исследование энергоэффективности источников теплоснабжения в малоэтажном строительстве/Н.В.Гусакова, К.Э.Филюшина, А.А. Ярлакабов//Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. –№ 6(20). – С. 160-166.
14. **Горшков, А. С.** Окупаемость инвестиций в энергосбережение // Энергосбережение. – 2019. – № 3. – С. 38–44.

Evaluation of the effectiveness of the implementation of a heat pump heating system in low-rise construction

Ometova M.Yu., Zaitseva I.A., Loginova S.A., Levitsky S.V.

Ivanovo State Polytechnical University, Ivanovo LPUMG - branch of Gazprom Transgaz Nizhny Novgorod, Yaroslavl State Technical University

JEL classification: L61, L74, R53

A heating system solution based on a low-temperature air source heat pump and electric convectors was proposed. This system provides 100% heat load coverage, with an expected average annual COP of 2.5-3.0, significantly reducing operating costs. An experiment revealed that the standard heat pump capacity is insufficient at temperatures below -20°C, necessitating the installation of backup convectors with a total capacity of 3.25 kW. Implementing this system in a shipping container home will pay for itself in approximately three years, and the net present value over 10 years will exceed 130,000 rubles.

Keywords: low-rise construction, energy efficiency, heat pump, recuperator, air quality.

References

1. Alkhasov, A. B. Prospects for Using Heat Pumps in Heat Supply Systems // Heat Power Engineering. - 2018. - No. 2. - P. 45-50.
2. Kokorin, O. Ya. Energy Saving in Heating, Ventilation and Air Conditioning Systems / O. Ya. Kokorin. - Moscow: ASV Publishing House, 2010. - 250 p.
3. Zaitsev, O. N. Features of Using Air Heat Pumps in the Climatic Conditions of Central Russia / O. N. Zaitsev, P. V. Korotkov // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. - 2021. - No. 1 (35). - P. 12-18.
4. Muftakhutdinova, Z.R. Energy Saving Measures in Ventilation Systems // Chemistry. Ecology. Urban Studies. – 2023. – Vol. 1. – P. 161-164.
5. Minakov, V. F. Efficiency of using heat pumps in low-rise construction // Construction of unique buildings and structures. – 2017. – No. 5 (56). – P. 7–19.
6. Shishkin, N. D. Analysis of the efficiency of bivalent heating systems based on heat pumps // Energy safety and energy saving. – 2020. – No. 4. – P. 22–26.
7. Avsyukevich, D. A. Methodology for assessing the energy efficiency of ventilation and air conditioning systems of special facilities under variable operational loads / D. A. Avsyukevich, M. V. Egorichev, V. O. Saidanov // Special equipment and transport technologies. – 2025. – No. 27. – P. 111-122.
8. Zaitseva, I.A. Integration of energy efficiency and energy saving principles into life cycle management of capital construction projects / I.A. Zaitseva, S.A. Loginova, O.R. Andreeva // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. – 2025. – No. 2 (52). – P. 57-63.DOI: 10.52684/2312-3702-2025-52-2-57-63
9. Semenova, E.E. Influence of the climatic region of construction on the thermal characteristics of external enclosing structures taking into account energy saving / E.E. Semenova, A.A. Rybalko, Yu.A. Chernikova // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. - 2023. - No. 4 (46). - P. 13-19.DOI: 10.52684/2312-3702-2023-46-4-13-19
10. Martyukhov, M.K. Improving the energy efficiency of low-rise construction projects / M.K.Martyukhov, M.A. Ragozina // Current issues in aviation and cosmonautics. - 2018. - No. 4 (14). - P. 713-715.
11. Naumov, A.L. Variable air volume ventilation (VAV systems): advantages and design features // AVOK: Ventilation, heating, air conditioning, heat supply and building thermal physics. – 2018. – No. 3. – P. 22–29.
12. Petrova, Z.K. Energy-efficient technologies in low-rise construction // Industrial and civil engineering. – 2014. – No. 7. – P. 70–75.
13. Gusakova, N.V. Study of energy efficiency of heat supply sources in low-rise construction / N.V. Gusakova, K.E. Filyushina, A.A. Yarlakabov // Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. – 2018. – No. 6 (20). – P. 160–166.
14. Gorshkov, A.S. Payback of investments in energy saving // Energy saving. – 2019. – No. 3. – P. 38–44.

Оценка экономической эффективности применения теплоизоляционных материалов в наружных ограждающих конструкциях

Малыгина Оксана Александровна
канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры проектирования и технологии строительства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, oksalita@mail.ru,

Соколов Владимир Ильич
доктор технических наук, профессор, заместитель директора института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, sokolov.snu.edu@gmail.com,

Салуквадзе Георгий Владимирович
аспирант кафедры ветиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, salukvadze.georg@yandex.ru,

Баев Евгений Анатольевич
ассистент кафедры проектирования и технологии строительства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, Луганский государственный университет имени Владимира Даля, baeff.eu@yandex.ru

Рассмотрен вопрос повышения качества регулирования отопительно-вентиляционных систем за счет повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования. С этой целью в системе предложено введение интегрального регулятора температуры приточного воздуха, а также гибкой обратной связи по температуре в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения. Для проведения исследований по влиянию параметров настройки интегрального регулятора и гибкой обратной связи отопительно-вентиляционная система как объект автоматического управления упрощенно представлена апериодическим звеном первого порядка. В рассмотрение введена постоянная времени, определяемая кратностью воздухообмена, и безразмерный коэффициент, учитывающий теплопотери по эквивалентному термическому сопротивлению ограждающих конструкций. Представлена структурная схема системы автоматического управления воздушным отоплением с интегральным регулятором и гибкой обратной связью. Получена передаточная функция системы как звена второго порядка, установлены выражения для определения ее параметров, а также предложена методика расчета переходной характеристики. Полученные результаты показывают, что постоянная времени интегрального регулятора в большей степени влияет на длительность переходного процесса, а постоянная времени гибкой обратной связи на колебательность системы.

Ключевые слова: отопительно-вентиляционная система, переходной процесс, качество регулирования, интегрирующий регулятор, гибкая обратная связь.

Введение

В настоящее время широкое распространение для обеспечения теплового режима зданий и сооружений получили отопительно-вентиляционные системы (ОВС), которые также называют системами воздушного отопления [1, 2].

ОВС являются современными системами отопления помещений, в которых роль теплоносителя выполняет воздух в отличии от традиционных систем радиаторного отопления, где теплоносителем является жидкость. Малая тепловая инерционность ОВС обеспечивает такие основные преимущества воздушного отопления, как быстрый прогрев помещений, равномерное распределение тепла без холодных зон, а также возможность зонирования теплового режима и индивидуальной регулировки температуры в отдельных помещениях [3-5].

Дальнейшее расширение использования ОВС в современных условиях требует повышения их эффективности. Важным резервом повышения эффективности ОВС является сокращение потребляемой мощности за счет снижения потерь энергии, связанных с процессами регулирования аэротермодинамических характеристик системы [1, 6]. Это может быть достигнуто разработкой систем автоматического управления (САУ), обеспечивающих улучшение показателей качества регулирования ОВС на основе алгоритмов и методов оптимального управления [8-10].

Задача САУ – устойчиво поддерживать заданное значение регулируемой величины в зависимости от внешних воздействий или изменять ее по определенному закону. Кроме устойчивости, каждая САУ должна обеспечивать определенные качественные показатели процесса регулирования [11-13]. Качество процесса регулирования обычно оценивается по переходной характеристике h(t). Переходная характеристика системы отражает процесс изменения регулируемой переменной во времени при строго определенной величине возмущающих f(t) или задающих воздействий g(t). Для изучения переходной характеристики применяют ступенчатое воздействие.

Основными показателями качества регулирования САУ являются: установившаяся ошибка; время переходного процесса (время регулирования); перерегулирование; колебательность процесса [14, 15]. На практике часто требования к качеству работы САУ задаются не в виде величин отдельных показателей качества, а в виде характера реализации оптимального режима регулирования. Наиболее распространенными являются три вида таких процессов: апериодический; с 20-процентным перерегулированием; с минимальным интегральным показателем качества. Рассматривая системы ОВС как объект автоматического управления, в общем случае в качестве управляющего сигнала следует принимать изменение тепловой мощности. Обычно в качестве регулируемой переменной рассматривается температура в значимой (рабочей) зоне помещения. Несмотря на сложность математического описания рабочих процессов в ОВС, они имеют общие черты [15]. Данные системы инерционны и являются объектами с саморегулированием. Переходные процессы в них имеют не колебательный вид и характерное запаздывание. В САУ воздушным отоплением обычно переменной является тепловая нагрузка, а влажностная и газовая относительно постоянные, либо требуют некоторого малого расхода наружного воздуха [11, 16, 17]. Поэтому, для ОВС возможны следующие три вида регулирования температурного режима:

Цель работы

Целью работы является исследование возможности повышения качества регулирования ОВС использованием интегрального регулятора и гибкой обратной связи, а также оценка рекомендуемых параметров настройки корректирующих звеньев.

Материалы и результаты исследований

При математическом описании САУ воздушным отоплением вполне уместным является применение методов с использованием передаточных функций, что позволяет представить взаимосвязь входных сигналов и выходных параметров составляющих элементов, отдельных частей и системы в целом.

Рассмотрим автоматическую ОВС как одномерную систему, имеющую объект управления с одной выходной величиной *y*. Считаем, что САУ воспринимает одно задающее воздействие x и одно возмущающее

воздействие *f*. Тогда САУ воздушным отоплением с типовым регулятором можно представить обобщенной структурной схемой согласно рисунку 1.

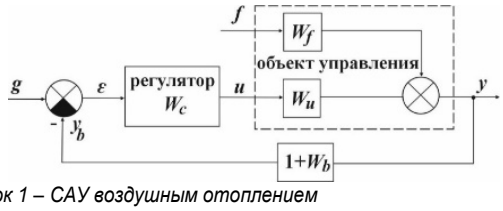


Рисунок 1 – САУ воздушным отоплением

Здесь обозначены: *g* – задающее воздействие; *y* – выходная (регулируемая) величина (переменная); *ε* – ошибка управления; $\varepsilon = g - y_b$; y_b – сигнал обратной связи; *f* – возмущающее воздействие (возмущение); *u* – управляющее воздействие (сигнал управления); W_u – передаточная функция объекта управления по сигналу управления; W_f – передаточная функция объекта управления по возмущению; W_c – передаточная функция регулятора. В общем случае линия обратной связи может содержать дополнительное корректирующее звено с передаточной функцией W_b.

Проведем исследование возможности повышения качества регулирования ОВС с постоянным расходом и переменной температурой приточного воздуха. Для использования аналитических методов при оценке качества регулирования системы выполним некоторые упрощения и примем определенные допущения. Приближенно считаем объект управления тепловой емкостью с сосредоточенными параметрами с постоянной плотностью воздуха. Также принимаем допущение о линейной зависимости теплопотерь через ограждающие конструкции от разницы температуры в рабочей зоне обслуживаемого помещения и температуры наружного воздуха. Для получения передаточной функции объекта управления W_u по сигналу управления рассматриваем ОВС без учета возмущающих воздействий, на основании чего можно записать следующее дифференциальное уравнение

$$c\rho V\frac{d\theta}{dt} = c\rho L\left(\theta_{sup} - \theta\right) - \frac{\theta - \theta_{out}}{R_e}, \quad (1)$$

где *c*, *ρ* – теплоемкость и плотность воздуха; *V* – объем помещения; *L*, θ_{sup} – расход и температура приточного воздуха; R_e – эквивалентное термическое сопротивление ограждающих конструкций; *θ*, θ_{out} – температура в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения и наружного воздуха.

В условно стационарном режиме, когда $d\theta/dt=0$, а температура приточного воздуха θ_{sup} и температура в рабочей зоне *θ*, принимают соответственно значения θ_{0sup} и θ_0, из уравнения (1) получаем следующее выражение

$$0 = c\rho L\left(\theta_{0sup} - \theta_0\right) - \frac{\theta_0 - \theta_{out}}{R_e}. \quad (2)$$

Введем в рассмотрение отклонение температуры приточного воздуха $\Delta\theta_{sup}$ и отклонение температуры в рабочей зоне $\Delta\theta$ от их значений в условно стационарном режиме, когда данные переменные сохраняют относительно постоянные значения в течение достаточно длинного промежутка времени

$$\Delta\theta_{sup} = \theta_{sup} - \theta_{0sup};\ \Delta\theta = \theta - \theta_0. \quad (3)$$

Выразим из (3) переменные θ_{sup} и *θ* через их отклонения $\Delta\theta_{sup}$ и $\Delta\theta$ и подставим в (1). Из полученного выражения исключим уравнение (2) и разделим на *cρL*, далее имеем

$$\frac{V}{L}\frac{d\Delta\theta}{dt} = \Delta\theta_{sup} - \Delta\theta - \frac{1}{c\rho LR_e}\Delta\theta. \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что величина *L*/*V* есть кратность воздухообмена K_V [2, 4], но в единицах измерения 1/*c*, поэтому

$$V/L = 1/K_V. \quad (5)$$

В выражении (4) введем безразмерный коэффициент, учитывающий теплопотери,

$$a_t = \frac{1}{c\rho LR_e}. \quad (6)$$

Используя подходы теории автоматического управления, введем в рассмотрение постоянную времени

$$T_0 = \frac{V}{L} = \frac{1}{K_V}. \quad (7)$$

Выполнив преобразование Лапласа [11] для уравнения (4), с учетом принятых обозначений (6) и (7) получим

$$T_0 s\Delta\theta(s) + \left(1 + a_t\right)\Delta\theta(s) = \Delta\theta_{sup}, \quad (8)$$

где *s* – переменная Лапласа.

На основании (8) получаем передаточную функцию объекта управления $W_u(s)$ по сигналу управления

$$W_u(s) = \frac{\Delta\theta(s)}{\Delta\theta_{sup}(s)} = \frac{1}{T_0 s + 1 + a_t}. \quad (9)$$

Переходная функция для данной передаточной функции при нулевых начальных условиях для отклонений переменных имеет вид

$$h(t) = \frac{1}{1 + a_t}\left(1 - e^{-(1+a_t)\frac{t}{T_0}}\right). \quad (10)$$

Переходные характеристики для объекта управления, рассчитанные согласно (10), представлены на рис. 2, 3.

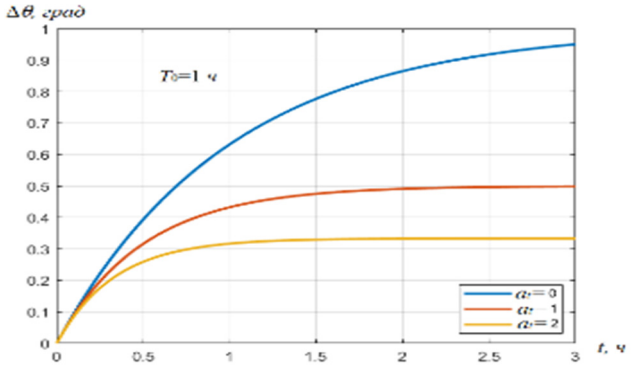


Рисунок 2 – Переходные процессы в ОВС

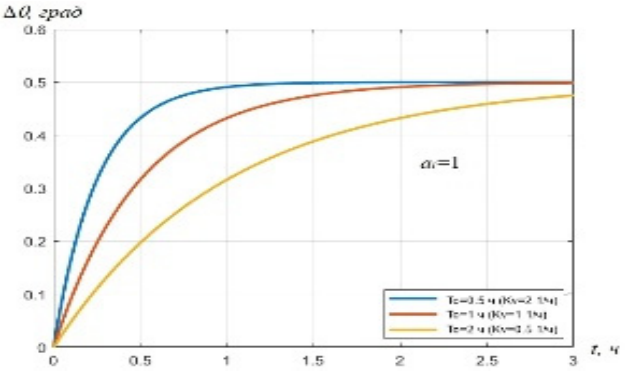


Рисунок 3 – Переходные процессы в ОВС

Результаты расчета переходных процессов убедительно показывают, что объекты управления ОВС являются существенно инерционными системами, имеющие нелинейные статические характеристики, что требует разработки САУ, способные обеспечить необходимые показатели качества регулирования.

Для исследования возможности повышения качества регулирования ОВС с постоянным расходом и переменной температурой приточного воздуха выделим в схеме САУ на рис. 1 контур регулирования температуры в рабочей зоне по управляющему воздействию, т.е. без рассмотрения возмущений, как показано на рис. 4.

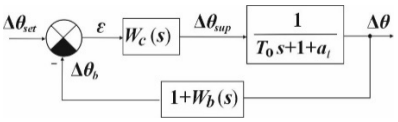


Рисунок 4 – Контур САУ воздушным отоплением по управляющему воздействию

Здесь в качестве задающего воздействия *g* показано заданное изменение температуры в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения $\Delta\theta_{set}$, вместо выходной регулируемой величины *y* отклонение температуры в рабочей зоне $\Delta\theta$, управляющее воздействие есть отклонение температуры приточного воздуха $\Delta\theta_{sup}$, а ошибка управления теперь $\varepsilon = \Delta\theta_{set} - \Delta\theta_b$, где $\Delta\theta_b$ – сигнал обратной связи.

В САУ воздушным отоплением нашли применение различные нелинейные и линейные регуляторы, в том числе отмеченные выше типовые, а именно, пропорциональные (П), интегральные (И), пропорционально-

интегральные (ПИ), а также пропорционально-интегрально-дифференциальные (ПИД) [11].

Следует обратить внимание, что теоретические законы регулирования типовых регуляторов не всегда могут быть реализованы на практике техническими устройствами. Это обусловлено, ограниченной мощностью воздухонагревательных устройств, которые не смогут обеспечить формирование необходимой величины управляющего сигнала $\Delta\theta_{sup}$, которая может значительно превосходить заданное значение требуемого изменения температуры. Так, дифференцирующее звено при скачкообразном заданном изменении регулируемой величины теоретически должно оказывать мгновенное бесконечно большое воздействие на объект регулирования, т.е. $\Delta\theta_{sup} \to \infty$. В этой связи, в настоящее время отсутствуют четкие рекомендации по заданию параметров настройки типовых регуляторов для САУ воздушным отоплением.

Учитывая вышесказанное, можно предложить следующий подход для повышения качества регулирования ОВС. Принимая во внимание, что пропорциональная составляющая вносит статическую погрешность, а дифференцирующая составляющая не всегда может быть технически реализована, то следует их исключить в канале управления. Поскольку регулируемая величина не изменяется скачкообразно, то разумным является перенос дифференцирующей составляющей в линию обратной связи, что в теории автоматического управления принято называть гибкой обратной связью (ГОС) [11]. Тогда в канале управление следует использовать И-регулятор, а вносимая им колебательность будет демпфироваться ГОС.

Тогда имеем

$$W_c(s) = \frac{1}{T_c s}; \quad (11)$$

$$W_b(s) = T_b s, \quad (12)$$

где T_c – постоянная времени И-регулятора; T_b – постоянная времени ГОС.

Таким образом, структурная схема САУ воздушным отоплением будет иметь вид, представленный на рис. 5.

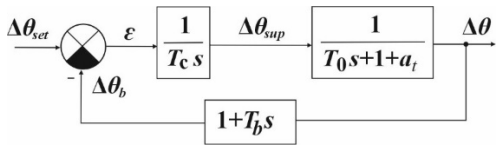


Рисунок 5 – САУ воздушным отоплением с интегральным регулятором и гибкой обратной связью

Согласно структурной схеме, получаем передаточную функцию САУ воздушным отоплением по каналу управления

$$W(s) = \frac{1}{T_c T_0 s^2 + (T_c + T_c a_t + T_b)s + 1}. \quad (13)$$

Для нахождения переходной характеристики используем следующий алгоритм. Уравнение (13) приводим к виду

$$W(s) = \frac{1}{a_2 s^2 + a_1 s + 1}, \quad (14)$$

где

$$a_2 = T_c T_0; \quad (15)$$

$$a_1 = T_c + T_c a_t + T_b. \quad (16)$$

Находим дискриминант характеристического уравнения относительно α

$$a_2 \alpha^2 + a_1 \alpha + 1 = 0 \quad (17)$$

$$D = a_1^2 - 4a_2. \quad (18)$$

Если $D>0$, то характеристическое уравнение имеет два вещественных корня

$$\alpha_{1,2} = \frac{-a_1 \pm \sqrt{a_1^2 - 4a_2}}{2a_2}, \quad (19)$$

а переходная функция следующий вид

$$h(t) = 1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} - \frac{T_2}{T_2 - T_1} e^{-\frac{t}{T_2}}, \quad (20)$$

где

$$T_1 = -\frac{1}{\alpha_1}; \quad T_2 = -\frac{1}{\alpha_2}. \quad (21)$$

В случае, когда корни одинаковы (дискриминант характеристического уравнения равен нулю)

$$\alpha_{1,2} = \alpha; \; T_1 = T_2 = T; \; T = -\frac{1}{\alpha}, \quad (22)$$

передаточная функция (14) принимает вид

$$W(s) = \frac{1}{(Ts+1)^2}, \quad (23)$$

а переходная функция определяется выражением

$$h(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}} - \frac{t}{T} e^{-\frac{t}{T}}. \quad (24)$$

В случае $D<0$ согласно (18), характеристическое уравнение имеет два мнимых корня. Если положить, что

$$T = \sqrt{a_2}; \; \zeta = \frac{a_1}{2T}; \quad (25)$$

то передаточная функция (14) примет вид колебательного звена

$$W(s) = \frac{1}{T^2 s^2 + 2T\zeta s + 1}. \quad (26)$$

Здесь T – постоянная времени; ζ – коэффициент демпфирования (параметр затухания), $0 < \zeta < 1$.

Выражение для переходной функции

$$h(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\frac{\zeta}{T}t} \sin(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (27)$$

где

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{T}; \; \varphi_0 = \operatorname{arctg}\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}. \quad (28)$$

Проведены исследования по влиянию параметров настройки интегрального регулятора и ГОС связи на качество регулирования САУ воздушным отоплением. На рис. 6 показаны результаты расчета переходного процесса при различных значениях постоянной времени T_b ГОС для фиксированного значения постоянной времени T_c интегрального регулятора.

На рис. 7 приведены результаты расчета переходного процесса при различных значениях постоянной времени T_c интегрального регулятора для фиксированного значения постоянной времени T_b ГОС. Расчеты проводились для значений постоянной времени объекта управления T_0=1 *ч* и безразмерного коэффициента, учитывающего теплопотери, a_t=1.

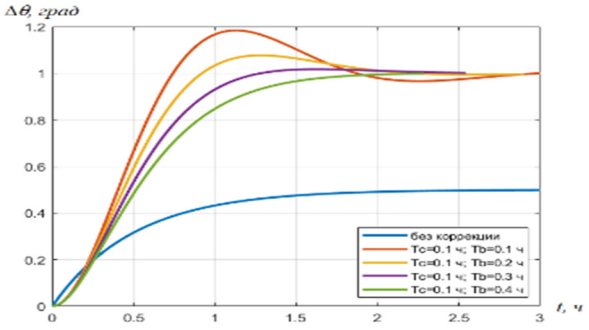


Рисунок 6 – Влияние постоянной времени ГОС на переходной процесс в САУ воздушным отоплением

Отметим некоторые полученные результаты. Время переходного процесса в системе без регулятора и корректирующего звена при условии входа в ±5% зону от устранившегося значения составляет $t_{пп}$=1,5 *ч*. Согласно рис. 7 при T_c=0,1 *ч* и T_b=0,3 *ч* время переходного процесса $t_{пп}$=1,06 *ч*, при этом величина максимальная величина перерегулирования равна Δ_{max}=1,73%. Согласно рис. 8 при T_c=0,03 *ч* и T_b=0,2 *ч* время переходного процесса $t_{пп}$=0,54 *ч*, при этом величина максимальная величина перерегулирования равна Δ_{max}=2,82%. Представленные результаты показывают, что постоянная времени интегрального регулятора в большей степени влияет на длительность переходного процесса, а постоянная времени ГОС на колебательность системы.

Выполненные исследования убедительно показывают возможность повышения качества регулирования ОВС за счет повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования путем использования интегрального регулятора температуры приточного воздуха и гибкой обратной связи по температуре в рабочей зоне обслуживаемого помещения.

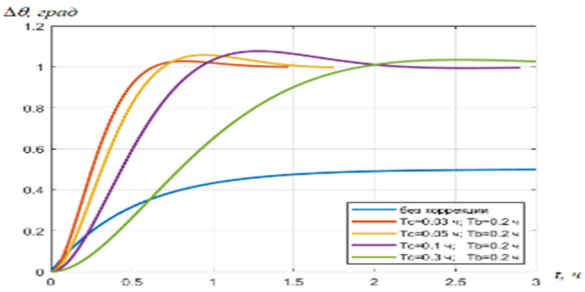


Рисунок 7 – Влияние постоянной времени интегрального регулятора на переходной процесс в САУ воздушным отоплением

Выводы

Таким образом, рассмотрен вопрос повышения качества регулирования ОВС за счет повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования. С этой целью в системе предложено введение интегрального регулятора температуры приточного воздуха, а также дополнительного корректирующего звена в виде гибкой обратной связи по температуре в значимой (рабочей) зоне обслуживаемого помещения.

На основании выполненных исследований сделан вывод о возможности повышения качества регулирования ОВС за счет повышения быстродействия при допустимой величине перерегулирования и отсутствии ошибки регулирования путем использования интегрального регулятора температуры приточного воздуха и гибкой обратной связи по температуре в рабочей зоне обслуживаемого помещения.

Работа выполнена при финансовой поддержке от Российского научного фонда

Литература

1. Ifa, S. Ventilation system performance in a heated room testing the indoor air quality and thermal comfort / S. Ifa, Z. Dris // Indoor Air Quality: Control, Health Implications and Challenges. – Cham: Springer, 2022. – P. 77–100. doi:10.1007/s11869-020-00923-6

2. Свистунов, В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. – Санкт-Петербург: Политехника, 2007. – 423 с.

3. Ahmed, A. Energy saving and indoor thermal comfort evaluation using a novel local exhaust ventilation system for office rooms / A. Ahmed, S. Gao, A. Kareem // Applied Thermal Engineering. – 2017. – No 110. – P. 821-834. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.08.217

4. Esquinas, A. Noninvasive Mechanical Ventilation in High-Risk Infections, Mass Casualty and Pandemics / A. Esquinas. – Cham: Springer, 2003. – 487 p.

5. Штокман, Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е.А. Штокман. – Москва: АСВ, 2001. – 564 с.

6. Судак, В. Системы VAV. Краткое описание / В. Судак, Я. Хендигер. – Краков: SMAY, 2009. – 80 с.

7. Ратушняк, Г.С. Регулирование аэродинамических потоков в системах вентиляции и аспирации / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковский. – Винница: ВНТУ, 2015. – 112 с.

8. Surin, V. Combined system development of heat ventilation air condition temperature control by fuzzy logic controller / V. Surin, Y. Troyanovsky, D. Maskaev, I. Tarasenko, M. Boldin // IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. – 2020. – Vol. 869. – 022026. DOI:10.1088/1757-899X/869/2/022026

9. Awbi, H. Ventilation Systems: Design and Performance / H. Awbi. – Routledge: London, 2008. – 445 p.

10. Системы вентиляции: моделирование, оптимизация / Я.А. Гусенцова, К.Н. Андрийчук, А.А. Коваленко [и др.]. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2005. – 206 с.

11. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. – Киев: Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.

12. Соколов, В. И. Моделирование двухконтурной системы автоматического управления воздушным отоплением / В.И. Соколов, И.Д. Черникова, Г.В. Салуквадзе // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 1.

13. Ifa, S. Experimental study of indoor air quality for cooling condition using ARDUINO system and PMV index testing the effect of heat sources / S. Ifa, Z. Dris // Int. J. Air-Cond. Ref. – 2021. – Vol. 29(3). – 2150021. DOI:10.1142/S2010132521500218

14. Howell, R. Principles of heating ventilating and air conditioning / Ronald H. Howell. – Atlanta: ASHRAE, 2017. – 594 p.

15. Соколов, В. И. Идентификация отопительно-вентиляционных систем как объектов автоматического управления / В. И. Соколов, И. Д. Черникова, Г. В. Салуквадзе // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 2.

16. Малыгина, О.А. Разработка математических моделей определения тепло-влажностного режима ограждающих конструкций зданий при нестационарном тепловом потоке / О.А. Малыгина // Современные проблемы гражданской защиты. – 2024. – № 3(52). – С. 93-104.

17. Sokolov, V. Modeling of Aerodynamic Characteristics of Ventilation Systems Based on Object Decomposition / V. Sokolov, O. Krol, I. Chernikova, P. Tsankov, G. Salukvadze // Proceedings of the 8th International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety. ICCATS 2024. Lecture Notes in Civil Engineering. –Cham: Springer, 2025. – Vol. 565. – P. 509-519. DOI: 10.1007/978-3-031-80482-3_48

Improving regulation quality of heating-ventilating systems by using inte-grated controller and flexible feedback

Malygina O.A., Sokolov V.Il., Salukvadze G.V., Baev E.A.
Lugansk Dahl State University

JEL classification: L61, L74, R53

The paper considers the issue of improving the regulation quality of heating-ventilating systems by increasing the speed of response while maintaining the permissible over-shoot value and no regulation error. The article discusses the issue of improving the quality of heating-ventilating systems by increasing their speed of response while maintaining a permissible overshoot and avoiding control errors. To achieve this, the article proposes the introduction of the integral temperature controller for the supply air, as well as the flexible temperature feedback system for the significant (working) area of the room being serviced. To investigate the impact of the settings for integral controller and flexible feedback, the heating-ventilating system is simplified as the aperiodic first-order link. The time constant determined by the air exchange rate and the dimension-less coefficient that takes into account heat loss through the equivalent thermal resistance of building envelopes are introduced. The structural scheme of automatic air heating control system with the integral regulator and the flexible feedback is presented. The transfer function of the system as the second-order link is obtained, expressions for determining its parameters are established, and the method for calculating the transient characteristic is proposed. The results show that the integral controllers time constant has a greater impact on the duration of the transient process, while the flexible feedbacks time constant affects the systems oscillation.

Keywords: heating-ventilating system, transition process, regulation quality, integral controller, flexible feedback.

References

1. Ifa, S. Ventilation system performance in a heated room testing the indoor air quality and thermal comfort / S. Ifa, Z. Dris // Indoor Air Quality: Control, Health Implications and Challenges. – Cham: Springer, 2022. – P. 77–100. doi:10.1007/s11869-020-00923-6

2. Svistunov, V.M., Pushnyakov N.K. Heating, Ventilation, and Air Conditioning of Agricultural and Housing and Communal Services Facilities / V.M. Svistunov, N.K. Pushnyakov. – St. Petersburg: Politekhnika, 2007. – 423 p.3. Ahmed, A. Energy saving and indoor thermal comfort evaluation using a novel local exhaust ventilation system for office rooms / A. Ahmed, S. Gao, A. Kareem // Applied Thermal Engineering. – 2017. – No 110. – P. 821-834. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.08.217

4. Esquinas, A. Noninvasive Mechanical Ventilation in High-Risk Infections, Mass Casualty and Pandemics / A. Esquinas. – Cham: Springer, 2003. – 487 p.

5. Shtokman, E.A. Ventilation, air conditioning and air purification at food industry enterprises / E.A. Shtokman. – Moscow: ASV, 2001. – 564 p.

6. Sudak, V. VAV systems. A brief description / V. Sudak, Ya. Hendiger. – Krakow: SMAY, 2009. – 80 p.

7. Ratushnyak, G.S. Regulation of aerodynamic flows in ventilation and aspiration systems / G. S. Ratushnyak, R. V. Stepankovsky. – Vinnytsia: VNTU, 2015. – 112 p.

8. Surin, V. Combined system development of heat ventilation air condition temperature control by fuzzy logic controller / V. Surin, Y. Troyanovsky, D. Maskaev, I. Tarasenko, M. Boldin // IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. – 2020. – Vol. 869. – 022026. DOI:10.1088/1757-899X/869/2/022026

9. Awbi, H. Ventilation Systems: Design and Performance / H. Awbi. – Routledge: London, 2008. – 445 p.

10. Ventilation systems: modeling, optimization / Ya.A. Gusentsova, K.N. Andriichuk, A.A. Kovalenko [et al.]. – Lugansk: VNU im. V. Dal, 2005. – 206 p.

11. Automation of ventilation and air conditioning systems / E.S. Bondar, A.S. Gordienko, V.A. Mikhailov, G.V. Nimich. – Kiev: Avanpost-Prim, 2005. – 560 p.

12. Sokolov, V. I. Modeling of a two-circuit automatic control system for air heating / V.I. Sokolov, I.D. Chernikova, G.V. Salukvadze // Bulletin of Eurasian Science. – 2024. – Vol. 16. – No. 1.

13. Ifa, S. Experimental study of indoor air quality for cooling condition using ARDUINO system and PMV index testing the effect of heat sources / S. Ifa, Z. Dris // Int. J. Air-Cond. Ref. – 2021. – Vol. 29(3). – 2150021. DOI:10.1142/S2010132521500218

14. Howell, R. Principles of heating ventilating and air conditioning / Ronald H. Howell. – Atlanta: ASHRAE, 2017. – 594 p.

15. Sokolov, V. I. Identification of Heating and Ventilation Systems as Objects of Automatic Control / V. I. Sokolov, I. D. Chernikova, and G. V. Salukvadze // Bulletin of Eurasian Science. – 2024. – Vol. 16. – No. 2.

16. Malygina, O.A. Development of Mathematical Models for Determining the Thermal and Moisture Conditions of Building Enclosures under Unsteady Thermal Flow / O.A. Malygina // Modern Problems of Civil Protection. – 2024. – No. 3(52). – Pp. 93-104.

Повышение несущей способности железобетонных конструкций с использованием композитного материала

Малькова София Романовна
студент, НИУ МГСУ, MalkovaSony04@yandex.ru,

Вяткин Владимир Алексеевич
студент, НИУ МГСУ, vovochka_vyatkin04@mail.ru,

Попов Сергей Евгеньевич
студент, НИУ МГСУ, p.sergey04@mail.ru,

Малышев Никита Сергеевич
студент, НИУ МГСУ, nmalysev611@gmail.com,

Леонов Константин Владимирович
студент, НИУ МГСУ, leonov_04@list.ru

В статье рассматривается один из актуальнейших вопросов современного железобетонного строительства, повышение несущей способности конструкций с использованием композитных материалов. Сделан обзор новых технологий усиления конструкций с применением углеродных, стеклянных и базальтовых волокон, материалов с высокими прочностными характеристиками и химической стойкостью. Рассмотрен механизм совместной работы железобетона и композитного армирования, роль и значение адгезии при обеспечении надежности и эффективности усиления. Описаны изменения напряженно-деформированном состоянии конструкций, связанные с увеличением трещиностойкости и жесткости. Проведен сравнительный анализ композитных систем с традиционными методами усиления, выявлены их основные достоинства и ограничения. На основе обобщения экспериментальных и практических данных показана целесообразность применения композитных материалов при реконструкции и модернизации зданий и сооружений, а также опрелелены направления перспективных исследований в данной области.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, композитные материалы, усиление, несущая способность, углеродное волокно, адгезия, трещиностойкость, жесткость, реконструкция, строительные технологии.

Усиление железобетонных конструкций композитными материалами за последние годы стало одним из наиболее актуальных направлений в области строительной науки и практики. Это связано с эксплуатацией большого количества зданий и сооружений, введённых в эксплуатацию во второй половине XX века, а также с растущими требованиями к безопасности, надёжности и энергетической эффективности строительных объектов. Технологии усиления конструкций, в том числе за счёт изменения сечения, применения стальных швеллеров и хомутов, а также предварительно напряжённых элементов, как правило, сопровождаются утяжелением конструкции, повышенной сложностью монтажа и существенным технологическим вмешательством в существующую несущую систему. В этом случае использование композитных материалов, преимущественно на основе углеродных, стеклянных и базальтовых волокон, является реальной альтернативой, способной значительно улучшить эксплуатационные качества железобетонных конструктивных элементов при максимальном сохранении их лёгкости и долговечности. [1]

Композитные материалы, применимые для армирования железобетона, представляют собой системы, состоящие из армирующих волокон и полимерных матриц. Наибольшее распространение имели и имеют углеродные композиты (УУП) ввиду их высокой прочности на растяжение, высокого модуля упругости и хорошей коррозионной стойкости [2]. В отличие от традиционной стальной арматуры металлические композитные материалы не подвержены коррозии, что является весомым преимуществом при эксплуатации конструкций в агрессивных (коррозионноактивных) условиях, таких как, например, высокая влажность, воздействие солевых туманов и промышленных выбросов. Оценка эксплуатационных возможностей показывает, что использование композитных материалов в виде лент и тканей (ленточного армирования) позволяет увеличить несущюю способность изгибаемых (криволинейных) армированных бетоном элементов до 30-80%, в зависимости от схемы армирования и исходного состояния конструкции. Если рассуждать с позиций механики разрушения, то наибольший эффект от использования композитной арматуры достигается при учете механизма совместной работы железобетонного элемента и приклеенного к нему композитного материала. При изгибе железобетонного элемента в зоне растяжения бетон трескается, и арматура принимает на себя основную нагрузку. Размещение композитной армировки в зоне растяжения (может) привести к перераспределению напряжений, а также к снижению деформации арматуры, что, в конечном итоге, приведёт к увеличению максимальной нагрузки, воспринимаемой конструкцией [3]. Если адгезия между композитным материалом и бетонным основанием недостаточная (сорвано сцепление) возможен быстрый отрыв композитного слоя от бетонного основания с характерным трещиноватым разрушением без (получения) расчётной прочности материала.

Таблица 1
Сравнительная таблица композитных материалов

Показатель	Углеродные композиты	Стеклянные композиты	Базальтовые композиты
Прочность на растяжение	Очень высокая (3000–5000 МПа)	Средняя (1000–2000 МПа)	Высокая (1500–3000 МПа)
Модуль упругости	Высокий (150–300 ГПа)	Низкий (40–90 ГПа)	Средний (70–120 ГПа)
Плотность	Низкая (~1.6 г/см³)	Низкая (~2.0 г/см³)	Низкая (~2.2 г/см³)
Коррозионная стойкость	Очень высокая	Высокая	Очень высокая
Термостойкость	Средняя	Низкая	Высокая
Долговечность	Очень высокая	Высокая	Высокая
Стоимость	Высокая	Низкая	Средняя
Технологичность монтажа	Высокая	Высокая	Высокая
Основные области применения	Ответственные конструкции, мосты, балки	Жилые и промышленные здания	Агрессивные среды, температурные воздействия
Основные преимущества	Максимальная прочность и жесткость	Экономичность	Универсальность и устойчивость к среде
Основные недостатки	Высокая стоимость	Низкая жесткость	Меньшая изученность и распространённость

Особое внимание заслуживают вопросы влияния композитных материалов на трещиностойкость и жёсткость железобетонных элементов. Внешние усилия, применяемые к железобетонным элементам в виде

композитных лент, могут снижать ширину раскрытия трещины и, следовательно, улучшать долговечность конструкции. Экспериментальные исследования показывают, что по сравнению с неармированными деталями деформация уменьшается на 20-40%. В стадии эксплуатации также наблюдается увеличение жёсткости, что особенно важно для конструкций под переменными нагрузками. Композитные материалы с высокой прочностью имеют относительно низкую пластичность, что может привести к изменению (характеристики) разрушения с пластмасс на большей хрупкости при эксплуатации таких конструкций. Как следствие, требуется тщательнейшее проектирование расчёта и более широкий учёт надежности при проектировании арматуры. [4]

Сравнительный анализ различных типов композитных материалов показывает, что максимальный эффект усиления достигается за счёт углеродных волокон, однако их высокая цена ограничивает их широкое применение. Стеклянные волокна относительно доступны по цене и характеризуются более низкой прочностью, однако их использование может быть оправдано в конструкции с требованиями к прочности среднего уровня. [5] Базальтовые композиты занимают промежуточные позиции и, с позиции устойчивости к высоким температурам и агрессивной среде, они могут заинтересовать, следовательно, выбор конкретных типов композитных материалов должен основываться на всесторонней оценке условий эксплуатации, экономической целесообразности и требуемого уровня армирования.

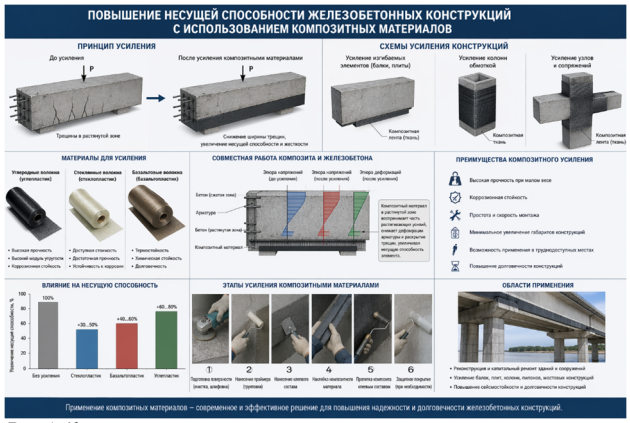


Рис.1. Композитные материалы

Обзор реальных способов применения композитных материалов показывает, что наибольшая эффективность в реальных условиях достигается при армировании железобетонных конструктивных элементов, работающих на изгиб (балок и перекрытий). При армировании колонн и сжимаемых конструктивных элементов (например, балок) композитные материалы применяются в виде витков, создавая эффект "корсета", способствующего росту несущей способности благодаря ограничению поперечных деформаций бетона. [6] В этом случае также присутствует эффект сжатия, приводящий к увеличению прочности бетона на сжатие. Экспериментальные данные показывают, что обмотка углеродной тканью может повысить прочность колонны на сжатие до 20-50% в зависимости от числа слоёв и способа армирования, однако эффективность данного метода армирования также зависит от равномерности распределения напряжений (накапливаемых) в конструкции и от качества проведённых работ. Матрица с высокой коррозионной стойкостью может разрушаться под воздействием ультрафиолетового излучения, в ходе температурных циклов и под воздействием химических элементов что, собственно говоря, и обуславливает необходимость применения защитных покрытий, а также проведения дополнительных экспериментов по долговечности в процессе эксплуатации железобетонных конструкций. [7] Отдельные результаты исследований свидетельствуют о том, что в нормальных условиях эксплуатации срок службы композитных систем может превышать 50 лет, что является соизмеримым с применением традиционных стройматериалов.

Обзор показывает, что усиление железобетонных конструкций с помощью композитных материалов является эффективным и перспективным направлением. Основными достоинствами этого метода являются малый вес, высокая прочность, коррозионная стойкость и возможность проведения работ без существенного увеличения размеров конструкций а успех композитных систем зависит от тщательности их проектирования, правильного выполнения работ и с учётом характеристик материалов. [8]

Литература

1. СП 435.1325800.2018. Конструкции бетонные и железобетонные. Монолитные. Правила производства и приемки работ. – М.: Минстрой России, 2018.
2. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01–87. – М., 2012.
3. ГОСТ 10180–2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2013.
4. ГОСТ 18105–2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2019.
5. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр «Методика определения сметной стоимости строительства».
6. Приказ Минстроя России от 18.07.2022 № 577/пр «Методика разработки сметных норм».
7. Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН). – М.: Минстрой России, действующая редакция.
8. Кудряшов Н. Б. Методы определения сметной стоимости в строительстве // Сметно-договорная работа в строительстве. – 2023. – № 4.
9. Иванов И. И. Экономика строительства: учебник. – М.: Издательство АСВ, 2021. – 320 с.
10. Петров П. П. Ценообразование и сметное дело в строительстве. – СПб.: Питер, 2020. – 256 с.
11. ГОСТ Р 7.0.5–2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М.: Стандартинформ, 2009

Increasing the Load-Bearing Capacity of Reinforced Concrete Structures Using Composite Materials

Malkova S.R., Vyatkin V.A., Popov S.E., Malyshev N.S., Leonov K.V.
NRU MGSU

JEL classification: L61, L74, R53

The article discusses one of the most pressing issues in modern reinforced concrete construction: increasing the load-bearing capacity of structures using composite materials. It provides an overview of new technologies for reinforcing structures with carbon, glass, and basalt fibers, as well as materials with high strength and chemical resistance. The article explores the mechanism of joint operation between reinforced concrete and composite reinforcement, as well as the role and significance of adhesion in ensuring the reliability and effectiveness of reinforcement. It also describes the changes in the stress-strain state of structures associated with increased crack resistance and stiffness. A comparative analysis of composite systems with traditional reinforcement methods has been conducted, and their main advantages and limitations have been identified. Based on the generalization of experimental and practical data, the feasibility of using composite materials in the reconstruction and modernization of buildings and structures has been demonstrated, and the directions of promising research have been identified.

Keywords: reinforced concrete structures, composite materials, reinforcement, load-bearing capacity, carbon fiber, adhesion, crack resistance, rigidity, reconstruction, construction technologies.

References

1. SP 435.1325800.2018. Concrete and Reinforced Concrete Structures. Monolithic Structures. Rules for Production and Acceptance of Work. Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, 2018.
2. SP 70.13330.2012. Load-Bearing and Enclosing Structures. Updated Edition of SNiP 3.03.01–87. Moscow, 2012.
3. GOST 10180–2012. Concretes. Methods for Determining Strength Using Control Specimens. Moscow: Standartinform, 2013.
4. GOST 18105–2018. Concretes. Rules for Strength Control and Assessment. Moscow: Standartinform, 2019.
5. Ministry of Construction of the Russian Federation. Order No. 421/pr dated August 4, 2020 “Methodology for Determining Construction Cost Estimates.”
6. Ministry of Construction of the Russian Federation. Order No. 577/pr dated July 18, 2022 “Methodology for Developing Cost Estimation Standards.”
7. State Elemental Estimate Norms (GESN). Moscow: Ministry of Construction of the Russian Federation, current edition.
8. Kudryashov, N. B. Methods for Determining Construction Cost Estimates. Smetno-dogovornaya rabota v stroitel'stve, 2023, No. 4, pp. 15–21.
9. Ivanov, I. I. Economics of Construction: Textbook. Moscow: ASV Publishing House, 2021. 320 p.
10. Petrov, P. P. Pricing and Cost Estimation in Construction. Saint Petersburg: Piter, 2020. 256 p.
11. GOST R 7.0.5–2008. System of Standards on Information, Librarianship and Publishing. Bibliographic Reference. General Requirements and Rules of Making. Moscow: Standartinform, 2009

Особенности современного проектирования безбарьерной среды для людей с ограниченными возможностями в дизайне архитектурной среды

Майснер Татьяна Николаевна
д-р филос. наук, доцент каф. Школа Дизайна, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), designtatyana@yandex.ru,

Мандрыка Владислав Сергеевич
магистрант кафедры «Школа дизайна», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), vlad.mandryka99@gmail.com,

Цыганова Юлия Дмитриевна
магистрант кафедры «Школа дизайна», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), iuliatzyganova@yandex.ru

В данной статье анализируется проблема формирования доступной и качественной архитектурной среды, которая выступает важным условием для реализации прав и полноценной социализации малоподвижных категорий населения. Рассматривается нормативно-правовая база, посвященная данному вопросу и специфика практического применения методов универсального дизайна в современной архитектуре и градостроительстве. В статье также анализируются художественные и функциональные факторы, оказывающие воздействие на доступность жилых и общественных сооружений, в том числе технические решения по ликвидации физических барьеров. Особый акцент делается на актуальности перехода от выборочной адаптации строительных объектов к формированию комплексной инклюзивной архитектурной среды, в которой учитываются потребности людей с опорно-двигательного аппарата, слуха, зрения. В работе раскрываются специфические особенности проектирования на примере городских и образовательных пространств, подчеркивается особое значение системного подхода и внедрения современных автоматизированных технологий. По итогам проведенного исследования сделан вывод о большой важности качественной трансформации педагогических стандартов в строительной области и усиления правовой защиты прав людей с ограниченными возможностями. Материал статьи дает возможность составить четкие представления о современном состоянии рассмотренной проблемы и наметить дальнейшие перспективы развития безбарьерного градостроительства XXI столетии.

Ключевые слова: инклюзивная архитектура, безбарьерная среда, универсальный дизайн, доступность городской среды, малоподвижные группы населения, социальная адаптация, реализация прав, архитектурное проектирование.

Введение

Современное проектирование безбарьерного пространства для людей, имеющих ограниченные возможности и ведущих маломобильный образ жизни, в дизайне архитектурной среды является довольно сложным и многоуровневым процессом. Он включает в себя целый ряд аспектов: глубокое понимание специфических особенностей инклюзивного дизайна, применение особых инженерных решений и строгое следование нормативно-правовой документации. Главная задача инклюзивного дизайна состоит в разработке и реализации архитектурных пространств, которые были бы комфортны и доступны для маломобильных категорий граждан, независимо от того, какими физическими и когнитивными способностями они обладают [5].

Актуальность избранной темы обусловлена тем, что в современном российском обществе задача формирования качественной и доступной для инвалидов среды еще не решена в полной мере. Этот факт препятствует полноценной реализации жизненного потенциала и гражданских прав людей с ограниченными возможностями наряду с другими членами социума.

Следует отметить, что в современном понимании безбарьерная среда означает пространство, в котором совершенно устранены любые виды барьеров для ведения эффективной жизнедеятельности, что позволяет людям с ограниченными возможностями ощущать себя полноценными, самостоятельными личностями, а также чувствовать себя комфортно в физическом, психологическом и социальном аспектах [9]. Разработка и организация инклюзивной среды выступает одной из важных функций современного градостроительства и архитектуры. Актуальные тенденции в этих сферах все ярче выявляют гуманистическое стремление к обеспечению независимости и полноценной жизни каждого индивида, независимо от его состояния здоровья, через создание безбарьерного пространства [4].

Объектом исследования выступает безбарьерная предметно-пространственная среда общественных и городских объектов. Предметом исследования являются современные архитектурно-дизайнерские принципы, технологические и нормативные решения формирования безбарьерной среды.

Цель исследования – выявить современные подходы к проектированию безбарьерной архитектурной среды и на их основе выявить наиболее эффективные проектные принципы и решения.

Задачи исследования:

1. Проанализировать современную нормативную базу;
2. Выявить главные принципы универсального дизайна;
3. Сравнить практические решения в общественной и городской среде;
4. Систематизировать эффективные архитектурно-дизайнерские приемы.

Гипотеза исследования: эффективность безбарьерной среды увеличивается в том случае, если доступность закладывается еще на самом раннем этапе проектирования как часть архитектурной концепции.

Научная новизна статьи заключена в систематизации современных архитектурно-дизайнерских подходов к формированию безбарьерной среды, учитывающих актуальные нормативные требования и практику проектирования общественных и городских пространств.

Материалы и методы

Настоящее исследование основывается на комплексном и системном анализе современных нормативно-правовых документов и методологических подходов, применяемых в проектной практике. В процессе написания работы были применены следующие исследовательские методы: теоретический и сравнительный анализ, метод обобщения и систематизации данных.

В ходе исследования были проанализированы, сопоставлены и систематизированы два актуальных документа, содержащие своды правил проектирования зданий и сооружений, доступных для маломобильных категорий граждан: «СП 59.13330.2020 и СП 140.13330.2024».

«СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» – один из самых главных инструментов регулирования вопросов, связанных с созданием безбарьерной среды. Он содержит актуальную редакцию свода правил, касающихся доступности

зданий и других сооружений для малоподвижных социальных категорий, который был утвержден Приказом Министерства строя Российской Федерации и распространяется на проектирование и строительство объектов обширного назначения: жилых, общественных, административных, образовательных, производственных и т.д. [11].

Положения нового нормативно-правового документа «СП 140.13330.2024. Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения» также в обязательно порядке учитываются при проектировании инклюзивных сооружений. В нем подробно регламентируются правила создания доступной и качественной безбарьерной городской среды в пределах населенных пунктов [12].

Методологическая база статьи строится на концепции универсального дизайна, которая рассматривается как стратегия разработки и реализации разных предметов, пространств и средств коммуникации, пригодных для эксплуатации широкими слоями общества, в том числе категорией инвалидов, и не требующих какой-либо дополнительной адаптации [3, 6].

В ходе работы был рассмотрен комплекс работ по теме (научные статьи в рецензируемых журналах [4, 7, 8, 10], кандидатская диссертация [13], учебное пособие [3], монография [1]), содержащих сведения о состоянии сферы инклюзивного дизайна и безбарьерной архитектуры в разных регионах РФ. Так, была изучена научная статья А.Л. Носовой и Орловой А.Л., в которой представлены примеры безбарьерной архитектуры в контексте инклюзивного образования в вузах г. Томска (17 специализированных корпусов, адаптированных для инвалидов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, зрения и слуха и зрения) [8].

Также рассмотрена научная работа А.Н. Теряговой об особенностях безбарьерной среды в Самаре (участки для отдыха и восстановления, аудиальные и зрительные информаторы, тактильные направляющие, вертикальные коммуникации, пандусы, траверсы, эскалаторы, траверсы, платформы, передвижные трапы) [13].

Проанализирован труд Г.С. Абдрасиловой и Э.Т. Мурзагалиевой, в котором раскрыты проблемы и полезный опыт Республики Казахстан в сфере безбарьерной архитектуры [1].

При подготовке стати также были рассмотрены ряд актуальных публикаций о текущем состоянии инклюзивного дизайна и безбарьерной архитектуры в России от профильных специалистов, размещенные на интернет-ресурсах [2, 5, 6, 9].

Результаты и обсуждения

Ведущее место в современной архитектуре и градостроительстве принадлежит концепции универсального дизайна. Согласно ей, при строительстве сооружений разного назначения и организации общественных пространств должны учитываться интересы всех социальных категорий, независимо от возраста, гендерной принадлежности, роста, веса, состояния здоровья, в том числе людей с ограниченными возможностями, ведущими маломобильный образ жизни. Ключевым аспектом универсального дизайна является инклюзивность, адаптивность, гибкость в эксплуатации, что позволяет городской среде соответствовать широкому спектру индивидуальных особенностей и интересов людей. Проектные решения разных городских объектов и сред должны отличаться простотой и интуитивностью, чтобы совершенно любой человек смог легко понять принцип их применения и без всяких проблем ими воспользоваться. Для достижения информационной доступности и эффективности эксплуатации современные общественные пространства должны быть снабжены дополнительными осведомляющими источниками – визуальными, аудиальными, тактильными, через которые дублируются правила использования. Еще одним важным принципом в концепции универсального дизайна является толерантность к ошибкам, то есть максимальное снижение каких-либо рисков, опасностей и негативных последствий для здоровья и жизнеугрожающих ситуаций при неправильном применении объектов городской среды. Большое внимание уделяется эргономическому комфорту, направленному на сохранение физических сил, психологической стабильности и обеспечение достаточного пространства для доступа, совершения действий и манипуляций пользователям, имеющим любые телесные параметры [3, 6].

Практическое воплощение концепции универсального дизайна и безбарьерной архитектурной среды требует применения особых технических решений, нацеленных на полную ликвидацию физических препятствий. Это подразумевает серьезное увеличение ширины коридоров и дверных проемов, повсеместное устройство пандусов, объемных лифтов, автоматизированных дверей, чтобы граждане на инвалидных колясках могли беспрепятственно передвигаться. Все общественные здания должны оборудоваться хотя бы одним доступным для маломобильных людей входом. Внутренние пространства зданий должны оптимизироваться с помощью максимального снижения высоты порогов, применения подъемных платформ, установки специальной адаптационной мебели, в которой можно регулировать высоту. Все общественные сооружения важно оборудовать интеллектуальными системами оповещения, включающими слуховые и зрительные сигналы, что способствует повышению уровня безопасности. Кроме того, они должны обустраиваться специальными санузлами, имеющими просторные кабинки и снабженные поручнями. Немаловажную роль имеет и оснащение общественных пространств различными современными автоматизированными технологиями, информационными, интерактивными панелями, повышающимся их инклюзивную функциональность [6, 9].

Перед современными проектировщиками, дизайнерами, архитекторам стоит задача создания равноценных условий для всех: инвалидов, пожилых людей, маленьких детей, родителей с колясками, беременных женщин, временно утративших полноценную дееспособность граждан. Проектные решения застройки часто находятся в зависимом положении от инвестиционной политики, однако в любом случае самым эффективным подходом в них признается обеспечение доступности еще на раннем этапе проектирования, когда она становится органичной частью архитектурного образа [2].

В ходе исследования, на основании изученных материалов, автором была составлена таблица, отражающая преимущества инноваций по сравнению традиционными проектами, которая представлена ниже.

Таблица 1
Преимущества инновационных разработок в проектировании безбарьерной архитектурной среды по сравнению с традиционным проектированием.

Недостатки традиционных проектов	Инновации	Эффективность для людей с ограниченными возможностями
Сложность в ориентировании: тактильная плитка и статичные указатели быстро изнашиваются либо являются непонятными без спецподготовки.	Цифровая навигация: мобильные приложения с AR-подсказками и аудиодескрипцией, системы мачков (Beacon).	Повышение независимости инвалидов, предоставление им возможности самостоятельно прокладывать маршруты в незнакомых ранее пространствах.
Ограниченность каналов передачи информации: она подается либо только тактильно, либо визуально.	Интерактивные и сенсорные системы: тактильно-звуковые мнемосхемы с обратной связью, мультисенсорные терминалы.	Равный доступ к информации для людей с разными нарушениями: слуха, зрения, двигательной активности, когнитивных способностей.
Обычные сирены могут быть не слышны либо, наоборот, работают слишком сильно и вызывают панику.	«Умные системы» оповещения: стробоскопы, вибрационные браслеты, звуковые маяки.	Обеспечение высокого уровня безопасности, психологический комфорт, возможность оперативной эвакуации без посторонней помощи.
Ошибки на стадии проектирования и строительства: несоответствие ширины проемов, углов наклона пандусов.	BIM и TIM технологии, 3D-моделирование, технологии симуляции движения маломобильных граждан, позволяющие достигнуть максимальной точности сооружений.	Исключение дефектов на стадии проектирования и строительства, разработка пространства, обладающего максимальным физическим удобством и эргономичностью для разных категорий граждан.
Плохое освещение, вызывающее дискомфорт: темные участки и блики могут мешать людям со слабым зрением.	Специализированное освещение: датчики присутствия, адаптивные системы, изменяющие температуру и яркость света в соответствии со временем суток.	Улучшение способности ориентироваться в пространстве и распознавать препятствия, снижение нагрузки на зрение.
Плохая читаемость мелких шрифтов.	Цифровые панели и экраны с регулируемой высотой контента, опцией экранного диктора, высокой степенью контрастности.	Большая доступность информации в удобных форматах.
Тяжелые физические барьеры: крутые стационарные лестницы без подъемников, тугие двери.	Подъемные устройства, автоматизированные двери, телескопические лифты, бесконтактные сенсоры, пульты голосового управления.	Максимальное снижение физических усилий и перегрузок при передвижении, организация беспрепятственного пути для перемещения.
Жесткость, негибкость стационарных архитектурных элементов: их невозможно быстро подстраивать под нужды разных категорий людей.	Модульные конструкции: переносные пандусы, мебель-трансформер, передвижные зоны отдыха.	Универсальность и гибкость среды, возможность оперативной адаптации пространства под какое-либо мероприятие, рассчитанное для определенной категории людей.

Как уже отмечалось, в современном мире проблема создания безбарьерной архитектурной среды является очень актуальной. К ней проявляют интерес не только дизайнеры, архитекторы, градостроители, пред-

ставители государственных структур, но и исследователи. Особое внимание в научном дискурсе уделяется различным факторам (социальным, региональным, правовым и др.), воздействующим на качественный уровень городской среды в контексте концепции универсального дизайна. Так, исследователи А.Л. Носова и В.В. Орлова анализируют связь между физической доступностью общественного пространства и эффективностью реализации инклюзивных программ в вузах Томска [7, 8]. А.Н. Терягова рассматривает передовые методы поэтапного создания безбарьерного архитектурного пространства, адаптированного под возможности маломобильных граждан (пожилых людей, инвалидов), разработанные в Самаре. Эти методы учитывают экономические и пространственные факторов развития мегаполиса [13].

Г.С. Абдрасилова и Э.Т. Мурзагалиева демонстрируют пример эффективного опыта формирования безбарьерной городской среды в Республике Казахстан. Они отмечают, что в крупных городах страны, в частности, в Алматы, существует уже довольно много таких пространств. Главным образом, они организованы в административных, здравоохранительных, образовательных, культурно-досуговых учреждениях. Исследователи отмечают, что данные безбарьерные, инклюзивные городские пространства нацелены на обеспечение безопасности, комфорта, гуманности и доступности для малоподвижных категорий населения, и что это выступает главной функцией современной архитектуры. Они упоминают о важности учета утилитарного, эргономического и художественного факторов в процессе создания безбарьерной среды. Говоря об эргономике общественных пространств мегаполисов Казахстана, ученые говорят о том, что они учитывают антропометрические характеристики, движения, жесты, позы, условия визуального восприятия людей с ограниченными возможностями [1].

Исследователь И.П. Прядко говорит о важности юридического и педагогического аспектов в контексте развития технологий формирования безбарьерной городской среды. Ученый утверждает, что, с одной стороны, требуется совершенствование нормативно-правовой системы, а, с другой, образовательной сферы, связанной с профессиональной подготовкой современных архитекторов и дизайнеров, способных работать в этом направлении. По мнению Прядко, обучение методам формирования инклюзивного пространства должно стать главным в современном строительном и архитектурном образовании [10].

Исследователь упоминает о важном достижении, которое уже есть в России – программе «Доступная среда». Данная программа предусматривает техническую реабилитацию, а также создание подходящих условий для социализации, удовлетворения духовных и культурны потребностей граждан с ограниченными возможностями. В программу включены следующие пункты: освобождение мусорных баков, рекламных конструкций дорог для передвижения инвалидов, правильная организация мест для парковки вблизи общественных объектов, установка подсказок-ориентиров для граждан с нарушениями зрения [10].

Выводы

Подводя итоги исследования, следует заметить, что проектирование инклюзивного, безбарьерного пространства в современном градостроительстве и архитектурном дизайне выступает одним из важных инструментов гуманизации социума. Доступность рассматривается не только как набор разнообразных дополнительных технических средств, но, в первую очередь, как ключевая характеристика качественной архитектуры, основанной на принципах концепции универсального дизайна.

В ходе выполненного исследования была реализована поставленная в начале статьи цель по описанию современных методов проектирования безбарьерной общественной и городской среды, что дало возможность обозначить наиболее эффективные проектные решения и принципы. Для достижения поставленной цели был последовательно решен ряд задач по анализу действующей нормативно-правовой документации, рассмотрению основных принципов универсального дизайна, сопоставлению проектных решений в общественной и городской среде, систематизации эффективных архитектурно-дизайнерских приемов. В статье проанализирована проблема несовершенства традиционных проектных решений, отличающихся статичностью, инертностью, тяжеловесностью, негибкостью, плохой адаптивностью, что приводит к трудностям с передвижением, психологическому дискомфорту, большому уровню стресса у граждан с ограниченными возможностями, отсутствию универсальности, так как интересы всех маломобильных групп населения в подобных проектах сложно одновременно учесть. Научная новизна исследования состоит в авторской систематизации инновационных архитектурно-дизайнерских методов создания безбарьерной среды, учитывающих самые нормативы и передовой опыт проектирования городских и общественных пространств. Главным достижением автора явилось проведение сравнительного анализа традиционных, несовершенных подходов и продвинутых новаторских технологий, дающих возможность в полной мере устранить имеющиеся недостатки. Установлено, что интеграция сенсорных и интерактивных систем, использование «умных» систем оповещения, модульных решений, цифровых панелей, BIM (ТИМ) и 3D-технологий серьезно повышают качество общественной и городской среды. Данные инновации способны предоставить высокий уровень безопасности, адаптивности и психологического комфорта, минимизировать стрессовые ситуации, обеспечить максимальную легкость и беспрепятственность ориентации и передвижения в пространстве. Сегодня градостроительство, архитектура и дизайн интенсивно развиваются в инновационном направлении: они активно переходят к самым современным, продвинутым методам проектирования, позволяющим создавать по-настоящему безбарьерную и инклюзивную городскую и общественную среду, отвечающую требованиям времени.

Формирование безбарьерной среды требует комплексного и системного подхода, соединяющего соблюдение строгих правовых норм (СП 59.13330.2020 и СП 140.13330.2024) и глубокое освоение эргономических характеристик и особенностей поведения разных социальных категорий. Значимым этапом эволюции отрасли должно стать усовершенствование профессиональной подготовки градостроителей, архитекторов и дизайнеров и улучшение юридических механизмов, регулирующих доступность всех социально значимых объектов для маломобильных граждан. Таким образом, инклюзивное, безбарьерное пространство выступает залогом развития гармоничной городской среды, в которой каждый человек, независимо от его физических характеристик и ограничений, способен ощущать себя полноценной личностью и полноправным членом социума.

Литература

1. Абдрасилова Г.С., Мурзагалиева Э.Т. Архитектура безбарьерной среды. – Алматы: ИП «АҚҢҰР», 2018. – 151 с.
2. Безбарьерная среда для маломобильных групп населения [Электронный ресурс]. – URL: https://rosopeka.ru/dostupnaya-sreda/ (дата обращения: 01.04.2026).
3. Безбарьерная среда жизнедеятельности физически ослабленных лиц «Универсальный дизайн в области создания безбарьерной среды»: учебное пособие / Сост. Г.Г. Золотарев, С.Б. Бауманис, Л.Н. Болдуева. – Гомель, 2020. – 49 с.
4. Гусарова С.В. Архитектура безбарьерной среды // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. – 2022. – № 1. – С. 5-12.
5. Инклюзивный дизайн [Электронный ресурс]. – URL: https://blokstudio.ru/blog/inclusive-design (дата обращения: 01.04.2026).
6. Инклюзивный дизайн в строительстве: создание доступных и удобных пространств для всех [Электронный ресурс]. – URL: https://obrprofi.ru/blog/inklyuzivnyj-dizajn-v-stroitelstve.html (дата обращения: 01.04.2026).
7. Короткова С.Г. Проектирование универсальной среды с использованием специальных средств доступности для маломобильных людей // Architecture and Modern Information Technologies. – 2020. – № 1(50). – С. 154-164.
8. Носова А.Л., Орлова В.В. Безбарьерная архитектурная среда как элемент реализации инклюзивного образования в вузах г. Томска // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2020. – № 3 (38). – С. 1-12.
9. Основные принципы безбарьерной архитектуры [Электронный ресурс]. – URL: https://studfile.net/preview/5532530/page:10/ (дата обращения: 01.04.2026). 8
10. Прядко И.П. Создание безбарьерного архитектурно-планировочного пространства для маломобильных групп населения и проблема подготовки специалистов в сфере строительства и архитектуры // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 6. – С. 49-57.
11. СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 [Электронный ресурс]. – URL: https://siyan.ru/wp-content/uploads/2023/03/sp59-13330-2020.pdf (дата обращения: 01.04.2026).
12. СП 140.13330.2024. Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения. Утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 26.12.2024 № 928/пр [Электронный ресурс]. – URL: https://www.frcds.ru/wp-content/uploads/2025/04/SP-140-13330-2024.pdf (дата обращения: 01.04.2026).
13. Терягова А.Н. Архитектурная концепция формирования безбарьерной городской среды для пожилых людей: диссертация кандидата архитектуры. – Самара, 2006. – 244 с.

Features of contemporary barrier-free environment design for people with disabilities in architectural design

Meisner T.N., Mandryka V.S., Tsyganova Yu.D.
National Research Moscow State University of Civil Engineering (National Research University

JEL classification: L61, L74, R53

This article analyzes the challenge of creating an accessible and high-quality architectural environment, which serves as a vital condition for the exercise of rights and the full social integration of mobility-impaired populations. The paper examines the legal and regulatory framework governing this issue, as well as the specificities of the practical application of universal design methods in contemporary architecture and urban planning. Furthermore, the article analyzes the aesthetic and functional factors influencing the accessibility of residential and public structures, including technical solutions aimed at eliminating physical barriers. Particular emphasis is placed on the urgency of transitioning from the selective adaptation of individual construction projects to the formation of a comprehensive inclusive architectural environment that accounts for the needs of individuals with musculoskeletal, hearing, and visual impairments. The work explores specific design features through the examples of urban and educational spaces, highlighting the paramount significance of a systemic approach and the implementation of modern automated technologies. Based on the findings of the study, a conclusion is drawn regarding the vital importance of the qualitative transformation of pedagogical standards in the field of construction and the strengthening of legal protection for the rights of people with disabilities. The material provided in the article offers a clear understanding of the current state of the issue and outlines future prospects for the development of barrier-free urban planning in the 21st century.

Keywords: inclusive architecture, barrier-free environment, universal design, urban environment accessibility, mobility-impaired groups, social adaptation, realization of rights, architectural design.

References

1. Abdrasilova G.S., Murzagalieva E.T. Architecture of a Barrier-Free Environment. Almaty: IP "AKNUR", 2018. 151 p.
2. Barrier-free environment for mobility-impaired groups [Electronic resource]. – URL: https://rosopeka.ru/dostupnaya-sreda/ (Accessed: 01.04.2026).
3. Barrier-free living environment for physically impaired persons "Universal design in the field of creating a barrier-free environment": study guide / Comp. G.G. Zolotarev, S.B. Baumanis, L.N. Boldueva. – Gomel, 2020. – 49 p.
4. Gusarova S.V. Architecture of a Barrier-Free Environment // Bulletin of the Moscow Information Technology University – Moscow Architectural and Construction Institute. – 2022. – No. 1. – P. 5-12.
5. Inclusive design [Electronic resource]. – URL: https://blokstudio.ru/blog/inclusive-design (Accessed: 01.04.2026).
6. Inclusive design in construction: creating accessible and comfortable spaces for all [Electronic resource]. – URL: https://obrprofi.ru/blog/inklyuzivnyj-dizajn-v-stroitelstve.html (Accessed: 01.04.2026).
7. Korotkova S.G. Designing a universal environment using special accessibility means for mobility-impaired people // Architecture and Modern Information Technologies. – 2020. – No. 1(50). – P. 154-164.
8. Nosova A.L., Orlova V.V. Barrier-free architectural environment as an element of inclusive education implementation in Tomsk universities // Vectors of Well-being: Economics and Society. – 2020. – No. 3 (38). – P. 1-12.
9. Basic principles of barrier-free architecture [Electronic resource]. – URL: https://studfile.net/preview/5532530/page:10/ (Accessed: 01.04.2026).
10. Pryadko I.P. Creation of barrier-free architectural and planning space for mobility-impaired groups and the problem of specialist training in the field of construction and architecture // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2019. – No. 6. – P. 49-57.
11. SP 59.13330.2020. Accessibility of buildings and structures for mobility-impaired groups. Updated edition of SNiP 35-01-2001 [Electronic resource]. – URL: https://siyan.ru/wp-content/uploads/2023/03/sp59-13330-2020.pdf (Accessed: 01.04.2026).
12. SP 140.13330.2024. Urban environment. Design rules for mobility-impaired groups. Approved and put into effect by the Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 26, 2024, No. 928/pr [Electronic resource]. – URL: https://www.frcds.ru/wp-content/uploads/2025/04/SP-140-13330-2024.pdf (Accessed: 01.04.2026).
13. Teryagova A.N. Architectural concept for the formation of a barrier-free urban environment for elderly people: PhD thesis in Architecture. – Samara, 2006. – 244 p.

Повышение эффективности контроля качества проектной документации строительных объектов в деятельности технического заказчика

Махамат Али Ахмат
магистрант, Институт промышленного и гражданского строительства, Национальный Исследовательский московский государственный строительный университет,

Михайлова Елена Владимировна
к.э.н., доцент, кафедра Технологии и организация строительного производства, Национальный Исследовательский московский государственный строительный университет, tranz-volga@yandex.ru

Статья посвящена повышению эффективности контроля проектной документации в деятельности технического заказчика. Цель исследования – разработка мероприятий по совершенствованию контрольных процедур. В рамках работы решались задачи анализа существующих методов контроля, определения показателей его результативности и выявления направлений оптимизации. Гипотеза исследования заключается в том, что совершенствование внутреннего контроля на основе формализации, риск-ориентированного подхода и цифровизации позволяет минимизировать риски и издержки инвестиционно-строительных проектов. Методологическую основу составили системный подход, методы сравнительного и критического анализа. В результатах исследования предложен перечень ключевых показателей эффективности внутреннего контроля, отражающих своевременность процедур, снижение замечаний и оптимизацию сметной стоимости.
Ключевые слова: проектная документация, строительный контроль, инвестиционно-строительный проект, технический заказчик, эффективность строительного контроля, показатели эффективности строительного контроля.

Введение

Проектная документация в строительстве выполняет роль формализованной информационной модели будущего объекта, представляющей собой конечный результат проектного этапа и исходное основание для этапа материализации. Значение данной документации заключается в трансляции инженерного замысла в комплекс взаимосвязанных технических, технологических и экономических решений, обеспечивающих его однозначную интерпретацию.

Качество проектной документации оказывает прямое влияние на стоимость инвестиционно-строительных проектов и уровень издержек, связанных с безопасностью, исправлением ошибок и сроками реализации строительства.

Материалы и методы

В основу исследования положен системный подход, позволяющий рассмотреть контроль проектной документации как неотъемлемый элемент управления качеством и стоимостью в инвестиционно-строительной деятельности. Для достижения цели исследования применялся комплекс теоретических и аналитических методов: сравнительного анализа традиционных и современных подходов к контролю проектной документации, основанный на изучении научных публикаций и нормативно-технической литературы.

С целью выявления проблемных зон и факторов, влияющих на эффективность контрольных процедур, использовался метод критического анализа существующих практик в деятельности технического заказчика. Особое внимание уделено анализу потенциала технологий информационного моделирования как инструмента трансформации контрольных процессов. Данный анализ проводился путем обобщения опыта, описанного в научных источниках, с фокусом на оценку влияния цифровых моделей на точность проектных решений, снижение ошибок и оптимизацию издержек.

Дополнительно применялся метод структурно-функционального анализа для определения места и роли контроля проектной документации в общей системе обеспечения надежности, безопасности и экономической эффективности строительного объекта на всех этапах его жизненного цикла.

Результаты исследования

Проектная документация – документация, разрабатываемая на первой стадии при двухстадийном архитектурно-строительном проектировании, являющаяся объектом интеллектуальной собственности и содержащая материалы в текстовой и графической формах и (или) в форме информационной модели и определяющая архитектурные, функционально-технологические, конструктивные, технико-экономические и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции, сноса объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта (в том числе для линейных объектов) [2].

Проектная документация является материальным носителем, фиксирующим баланс между архитектурной идеей, конструктивной надежностью, энергетической эффективностью и экологической безопасностью. Таким образом, проектная документация выступает системообразующим элементом строительного процесса, детерминирующим параметры качества, стоимости и безопасности, а также служащим основой для всех последующих управленческих и контрольных процедур.

Мошкалев Д. С. указывает на первоочередное влияние «недостаточного качества и глубины проработки проектно-сметной документации» наряду с другими факторами на изменение стоимости строительства объектов [4]. При этом стоимость осуществления инвестиционно-строительных проектов является ключевым фактором в успешной реализации строительства.

Эффективный контроль проектной документации в строительстве позволяет установить соответствие проектных решений критериям функциональной целесообразности, конструктивной надежности, экономической эффективности и экологической безопасности. Таким образом, он служит фундаментальной основой для достижения проектных показателей, оптимизации ресурсных затрат и предотвращения аварийных ситуаций, обеспечивая переход от проектного замысла к его материальному воплощению с максимальной степенью детерминированности.

Технический заказчик — юридическое лицо, которое уполномочено застройщиком и от имени застройщика выполнять комплекс инжиниринговых услуг в строительстве [1].

На основании исследования Е. А. Шевцова можно определить следующие критерии эффективности контроля проектной документации у технического заказчика (таблица 1) [6].

Таблица 1

Показатели эффективности внутреннего контроля проектной документации у технического заказчика

Наименование показателя	Плановое значение	Формула расчета	Комментарий
Выполнение программы (графика) контроля качества строительной документации	100%	Количество прошедших контроль качества проектной документации проектов за отчетный период / Количество проектов согласно программе	Показатель характеризует своевременность выполнения процедур контроля
Снижение удельного количества замечаний процедур внешнего и внутреннего контроля на один проект	От 0 до n% (n за определенный период)	$k_{уд} = a(1 - \frac{N_{ТП}}{N_{ПП}})$ Где $N_{ТП}$ – удельное количество замечаний внешнего и внутреннего контроля в текущем периоде; $N_{ПП}$ — удельное количество замечаний внешнего и внутреннего контроля в прошлом периоде; α — доля прошедших процедуры внутреннего контроля проектов от общего количества проектов за отчетный период	Показатель характеризует эффект по снижению замечаний процедур внешнего и внутреннего контроля заказчика от проведения внутреннего контроля проектной документации
Снижение сметной стоимости инвестиционно-строительных проектов	От 0 до n% (n за определенный период)	$k_{СС} = a(1 - \frac{С_{до\ ВЭ}}{С_{после\ ВЭ}})$ Где $С_{до\ ВЭ}$ — сметная стоимость строительства объекта до прохождения внутреннего контроля; $С_{после\ ВЭ}$ — сметная стоимость строительства объекта после прохождения внутреннего контроля;	Показатель характеризует оптимизацию сметной стоимости по результатам процедур внутреннего контроля проектной документации
Снижение риска претензионной работы со стороны заказчика за возможные ошибки, допущенные при выполнении проектно-изыскательских работ	От 0 до 100%	$k_{ПР} = \frac{R_{без\ ВЭ} - R_{с\ ВЭ}}{R_{всего}}$ где $R_{без\ ВЭ}$ — количество полученных претензий со стороны заказчика по проектам, не прошедшим внутренний контроль, за отчетный период; $R_{с\ ВЭ}$ — количество полученных претензий со стороны заказчика по проектам, прошедшим внутренний контроль, за отчетный период; $R_{всего}$ — количество полученных претензий по всем проектам за отчетный период	Показатель характеризует эффект по снижению риска претензионной работы со стороны заказчика от проведения процедур внутреннего контроля проектной документации

В рамках контроля качества проектной документации отслеживаются четыре ключевых показателя. Основной показатель — выполнение программы контроля на 100% — отражает своевременность процедур. Эффективность контроля характеризуется тремя дополнительными показателями. Первый измеряет процентное снижение удельного количества замечаний от внешнего и внутреннего контроля по сравнению с предыдущим периодом. Второй оценивает снижение сметной стоимости проектов в результате оптимизации после внутренней экспертизы. Третий показатель демонстрирует снижение риска претензий со стороны заказчика благодаря проведению внутреннего контроля проектной документации.

Л. А. Сулейманова считает, что «в строительстве цифровизация подразумевает собой создание единого информационного пространства на всех стадиях проектирования, возведения и эксплуатации объектов капитального строительства с целью снижения себестоимости готового продукта и сокращения сроков его производства с учётом всех основных и сопутствующих процедур. К перспективным направлениями цифровой трансформации строительной отрасли можно отнести технологию информационного моделирования, 3D-печать материалов и конструкций, технологию дополненной и виртуальной реальности, интернет вещей (IoT), применение робототехники» [5].

Совершенствование цифровых технологий в строительстве таким образом является одним из драйверов увеличения не только эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов, но и возможность для повышения эффективности осуществления контрольных процедур при анализе проектной документации.

А. А. Лапидус предлагает использовать при осуществлении процедур строительного контроля методы функционально-ориентированного анализа процессов взаимодействия участников и с помощью декомпозиции этапов строительного контроля, включая экспертизу проектной документации, выявить основные проблемы при осуществлении каждого этапа для повышения эффективности контроля [3].

Таким образом декомпозиция функциональных блоков, описывающая структуру взаимодействия участников в процессе строительного контроля и отражающая управление данными блоками, способствует устранению нечеткости в распределении функций между ними. Благодаря визуальному представлению взаимосвязей ключевых участников строительного процесса с помощью диаграмм, системный подход создает условия для повышения качества выполняемых работ и сокращения сроков реализации строительного проекта.

Основными направлениями повышения эффективности контроля проектной документации при реализации строительных проектов являются:

1. Разработка регламента контроля проектной документации, в том числе перечня обязательных разделов и документов для каждого типа объектов, критериев приемки каждого этапа (стадии) проектирования, матрицы ответственности специалистов по каждому разделу проектной документации, обозначение типовых сроков на проверку проектной документации.

2. Разработка регламента взаимодействия с проектными организациями с процедурами передачи документации, формами протоколов замечаний, сроками ответа на них, порядком согласования отступлений от технического задания заказчика.

3. Повышение квалификации специалистов технического заказчика (посещение семинаров и тренингов по изменения законодательства в строительной отрасли, совершенствованию программного обеспечения и методам анализа проектной документации) с учетом потребностей в наличии ответственных по направлениям разделов проектной документации для повышения глубины проверки проектной документации в процессе осуществления процедур внутреннего контроля.

3. Создание постоянно обновляемой базы знаний по типовым ошибкам в проектной документации лучшим практикам и разъяснениям от госэкспертиз, изменений в нормативной базе.

4. Оптимизация процесса контроля проектной документации с помощью внедрения многоэтапного контроля (предварительный контроль – контроль входных данных, проверка полноты и качества исходно-разрешительной документации и технического задания перед началом проектирования, поэтапный контроль – проверка ключевых решений по мере готовности документации для избегания накопления ошибок, сквозной контроль – проверка взаимной увязки разделов проектной документации, финальный контроль на комплектность и соответствие формальным требованиям перед отправкой на внешнюю экспертизу или в строительство).

5. Внедрение риск-ориентированный подхода в контроль проектной документации, то есть необходимо сфокусировать основные ресурсы на проверке критически важных разделов проектной документации (конструкции, пожароопасность, энергоэффективность, сметная стоимость), наиболее ресурсоемких, с высокой степенью новизны и сложности технических решений или сжатыми сроками.

6. Повышение уровня цифровизации контроля проектной документации, включая внедрение электронного документооборота в пределах деятельности технического заказчика с целью ускорения процессов согласования, хранения всех версий документов упорядоченно и в одном месте с возможностью назначения задач на проверку с указанием статусов и сроков, а также формирования протоколов замечаний, возврата на доработку и контроля устранения замечаний; BIM-технологии для проведения автоматического анализа данных на ранних этапах.

7. Разработка детализированных чек-листов для проверки каждого раздела проектной документации, что систематизирует работу, минимизирует человеческий фактор и ускоряет обучение новых сотрудников.

Обобщающим показателем, отражающим общую результативность повышения эффективности процедур контроля проектной документации, служит уровень удовлетворенности внутренних заказчиков и подразделений технического заказчика, взаимодействующих в процессе проектирования. Данный показатель оценивается по критериям как своевременности выдачи, так и качества итоговой проектной документации.

Выводы

Контроль проектной документации является ключевым элементом управления качеством, стоимостью и сроками в инвестиционно-строительной деятельности. Его эффективность напрямую влияет на минимизацию рисков, снижение издержек и успешную реализацию проекта. Основными направлениями повышения эффективности выступают формализация и регламентация процедур контроля, включая разработку чек-

листов и матриц ответственности, а также внедрение риск-ориентированного подхода для фокусировки на критически важных разделах. Цифровая трансформация, в частности использование BIM-технологий и электронного документооборота, рассматривается как мощный инструмент для повышения точности, сокращения ошибок и оптимизации процессов проверки. Мониторинг улучшений предлагается осуществлять через систему ключевых показателей, оценивающих своевременность, снижение количества замечаний, оптимизацию сметной стоимости и удовлетворенность внутренних заказчиков в процессе подготовки проектной документации.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.12.2025) [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040 (дата обращения: 10.01.2025)
2. Приказ 861/пр от 24.12.2019 г. об утверждении СП 48.13330.2019 «СНиП 12-01-2004 Организация строительства» [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/59616 (дата обращения: 10.01.2025)
3. Лапидус, А. А. Применение функционально ориентированных систем моделирования при осуществлении строительного контроля / А. А. Лапидус, А. Ю. Щукин // Вестник МГСУ. – 2024. – Т. 19, № 10. – С. 1666-1675.
4. Мошкалев, Д. С. Практические инструменты комплексной системы управления стоимостью строительства / Д. С. Мошкалев // Вестник МГСУ. – 2022. – Т. 17, № 11. – С. 1513-1527.
5. Сулейманова, Л. А. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами / Л. А. Сулейманова, П. В. Сапожников, А. Н. Кривчиков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2022. – № 4. – С. 12-24.
6. Шевцов, Е. А. Эффективность внутренней экспертизы проектной и рабочей документации / Е. А. Шевцов, Е. В. Столярова // Экспозиция Нефть Газ. – 2024. – № 5(106). – С. 114-117.

Improving the effectiveness of monitoring the design documentation of construction facilities in the activities of the technical customer

Mahamat Ali Ahmat, Mihaylova E.V.
National Research Moscow state of the Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to improving the effectiveness of project documentation control in the activities of the technical customer. The purpose of the study is to develop measures to improve control procedures. As part of the work, the tasks of analyzing existing control methods, determining indicators of its effectiveness and identifying areas of optimization were solved. The hypothesis of the study is that improving internal control based on formalization, risk-based approach and digitalization makes it possible to minimize the risks and costs of investment and construction projects. The methodological basis was formed by a systematic approach, methods of comparative and critical analysis. In the results of the study, a list of key indicators of the effectiveness of internal control is proposed, reflecting the timeliness of procedures, the reduction of comments and the optimization of the estimated cost.

Keywords: project documentation, construction control, investment and construction project, technical customer, effectiveness of construction control, indicators of effectiveness of construction control.

References

1. Urban Planning Code of the Russian Federation of 29.12.2004 N 190-FZ (as amended on 29.12.2025) [Electronic resource]/ – Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040 (date of request: 10.01.2025)
2. Order 861/pr dated December 24, 2019 on approval of JV 48.13330.2019 "SNiP 12-01-2004 Organization of construction" [Electronic resource]/ – Access mode: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/59616 (date of request: 10.01.2025)
3. Lapidus, A. A. Application of functionally oriented modeling systems in the implementation of construction control / A. A. Lapidus, A. Yu. Shchukin // Bulletin of MGSU. – 2024. – Vol. 19, No. 10. – pp. 1666-1675.
4. Moshkalev, D. S. Practical tools of an integrated construction cost management system / D. S. Moshkalev // Bulletin of MGSU. – 2022. – Vol. 17, No. 11. – pp. 1513-1527.
5. Suleymanova, L. A. Digitalization of the construction industry as IT structuring of the process management pyramid / L. A. Suleymanova, P. V. Sapozhnikov, A. N. Krivchikov // Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2022. – No. 4. – pp. 12-24.
6. Shevtsov, E. A. Effectiveness of internal expertise of project and working documentation / E. A. Shevtsov, E. V. Stolyarova // Oil and Gas Exhibition. – 2024. – № 5(106). – Pp. 114-117.

Медиа-арт в декоративных решениях общественно-торговых комплексов с подземным пространством на примере BoscoVesna в Москве

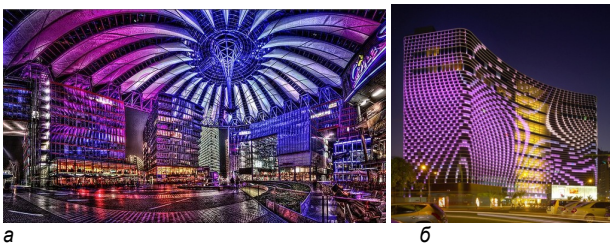
Михайлова Елена Владимировна
канд. арх-ры, доцент кафедры Основ архитектуры и художественных технологий, НИУ МГСУ, MikhaylovaEV@inbox.ru

В статье рассматривается интеграция медиа-арта в архитектурно-декоративные решения общественно-торговых комплексов (ОТК) с подземным пространством на примере московского комплекса «BoscoVesna». Актуальность исследования обусловлена расширением функционального состава ОТК до многофункциональных центров общественной и культурной жизни мегаполисов за счёт внедрения цифровых технологий и медиаповерхностей. Анализ зарубежного опыта внедрения декоративно-художественных решений на базе медиафасадов, медиавитрин и медиаинтерьеров демонстрирует переход от декоративной функции медиаэлементов к коммуникационной и культурно-просветительской. Основное внимание работы направлено на анализ трёх арт-коллабораций торгового дома «BoscoVesna», реализованных в декоративных решениях Андрея Люблинского, Аристарха Чернышёва и Гоши Острецова. Выявлено, что синтез цифровых поверхностей (медиаэкраны, LED-табло, AR-инсталляции) и физических арт-объектов (надувные скульптуры, лентикулярная печать, графика, живопись), объединённых единой концепцией, формирует уникальный эмоциональный опыт посетителей ОТК. Такой подход не только обогащает эстетику торгового пространства, но и выполняет культурные, просветительские и философские функции (осмысление перепотребления, роли искусственного интеллекта, симбиоза технологий и природы). В результате традиционный шопинг трансформируется в формат мультимедийной галереи или спектакля, что повышает вовлечённость аудитории и увеличивает экономическую эффективность ОТК.

Ключевые слова: Медиа-арт, медиафасад, медиаинтерьер, общественно-торговый комплекс, подземное пространство.

Интеграция медиатехнологий в архитектурную среду общественно-торговых комплексов (ОТК) в крупных и крупнейших городах является новым способом оформления поверхностей в зданиях в виде городских цифровых галерей. Такие галереи ориентированы на демонстрацию «нового медиа-арта» (**new media art)** в городской среде, обеспечивая его доступность для широкой аудитории горожан за счёт организации культурных событий, образовательных проектов и перформансов. В рамках медиа-арта происходит переосмысление отношений между человеком, архитектурой и окружающей средой, превращая городскую застройку в динамичное пространство художественного высказывания [1]. Если в традиционных формах искусства центральным элементом выступает физический объект, то медиа-арт делает акцент на процессе создания, взаимодействии с аудиторией и идее, воплощаемых через современные технологии. **Медиа-арт** - это **синтез концептуального искусства и передовых технологий**, в котором художники используют цифровые инструменты, интерактивные установки, дополненную и виртуальную реальность для создания новых форм восприятия и коммуникации [2]. Мультимедийный формат позволяет создавать в наземных и подземных пространствах ОТК новые формы взаимодействия с посетителями, особенно интересные для молодёжной аудитории. Данный канал вовлечения клиентов обеспечивает значительное увеличение трафика в оффлайн-торговле комплексов. Для улучшения впечатления от произведённых покупок в центрах используются медиаэлементы, которые предлагают информацию в качестве текста, изображений или видео. Научные исследования демонстрируют развитие тенденции к подаче информации в видеоформате, так как продолжительность визуального контакта и интерес посетителей к видеороликам заметно выше, чем к текстовым или графическим изображениям [3]. Объединение функций торговли, досуга и культурного пространства отвечает современной урбанистической тенденции к многофункциональности городских объектов, за счёт этого ОТК становятся значимыми центрами общественной жизни. Таким образом, внедрение медиаэлементов в архитектурную среду комплексов формирует новое пространство взаимодействия между торговой функцией, цифровыми технологиями и медиа-артом. Актуальным является вовлечение посетителей центров в оффлайн-торговлю за счёт создания подобных медиаформатов.

Внедрение медиаповерхностей в декоративные решения ОТК переворачивает представление об ограничениях связанных с их функциональными особенностями. К таким относятся глухие фасады, общественные пространства и подземные уровни без визуальной связи с окружающей средой. Так, медиаэлементы на сплошных фасадах комплексов ориентированные на крупные транспортные магистрали и пешеходные маршруты с высокой проходимостью начинают выполнять следующие функции: информационно-просветительские, художественно-эстетические, целевого рекламного воздействия [4]. Исследование взаимодействия людей с архитектурной средой центров посредством интерактивных медиафасадов представляет собой новую и лишь начинающую формироваться научно-практическую сферу [5]. В наземных и подземных общественных пространствах ОТК медиаэкраны приобретают дополнительную коммуникационную функцию, становясь платформами для прямого взаимодействия между продавцами и посетителями комплексов [3]. Наряду с этим "цифровые окна" медиадисплеев создают иллюзию взаимосвязи с городской средой для устранения ощущения изоляции в общественных пространствах центров как наземных, так и подземных. В лишённых узнаваемости зонах ОТК, лишённых визуальной связи с городским окружением, медиамониторы становятся главными ориентирами для навигации посетителей. Так, внедрение медиаповерхностей в архитектурно-декоративные решения комплексов в корне меняет представление об их функциональных ограничениях и открывает новые возможности как для наземно-подземной структуры ОТК, так и для взаимодействия с их посетителями.



а б

Рис. 1. Медиафасады ОТК формируют цифровое художественное пространство: а) многофункциональный «Center am Potsdamer Platz» в Берлине (Германия); б) комплекс «Star Place» в Гаосюне (Тайвань).

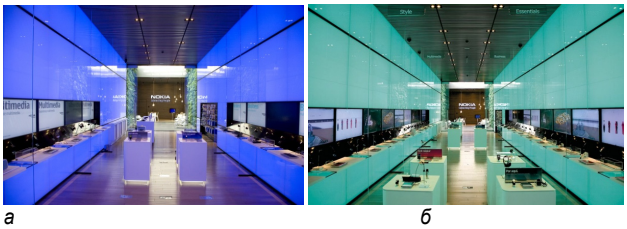
Современная западная практика эксплуатации центров характеризуется устойчивой тенденцией к внедрению медиатехнологий в их архитектурно-пространственную среду для демонстрации медиа-арта как на фасадах, так и в витринах. Мультимедийный формат ОТК поддерживает интерес у посетителей к оффлайн-покупкам, за счёт эмоционального впечатления от нахождения покупателя не в «торговом зале», а в уникальном цифровом художественном пространстве. Это повышает частоту посещений комплексов, обеспечивает в них рост среднего чека и делает их местом притяжения в городской инфраструктуре как для горожан, так и для туристов. Например, в ОТК «Center am Potsdamer Platz» в Берлине (Германия) в стеклянные фасады встроена медиаустановка «SPOTS» [6] (Рис. 1, а). Она активно используется для демонстрации художественных презентаций в виде рисунков, графики и анимационных последовательностей. В таких арт-презентациях участвовали известные медиахудожники Джонатан Монк, Терри Гиллиама, Карстен Николаи и др. Художественный медиафасад организован также в комплексе «Star Place» в Гаосюне (Тайвань) [7] (Рис. 1, б). Для автономного программного обеспечения медиафасадов центра разработана серия световых и анимационных программ при участии консультанта по фэн-шуй. Данные специалисты занимаются изучением и применением древнего китайского искусства гармонизации пространства для достижения баланса и благополучия. Программы включают тематические сценарии, которые приурочены к государственным и городским праздникам: Китайскому Новому году, дню святого Валентина и другим значимым датам.

а б

Рис. 2. Медиавитрины комплексов в художественном исполнении: а) интерактивная световая и звуковая арт-инсталляция «Power Flower» в витринах фасада универмага «Bloomingdale's» в Нью-Йорке, штат Нью-Йорк (США); б) художественная инсталляция в витринах фасада флагманского магазина «Maison Hermès» в Токио (Япония).

Среди вариантов оформления медиафасадов ОТК особое место занимают медиавитрины в художественном исполнении, сочетающие трансляцию динамического контента с решением эстетических задач медиа-арта. Интерактивная световая и звуковая арт-инсталляция «Power Flower» расположена в витринах фасада универмага «Bloomingdale's» в Нью-Йорке, штат Нью-Йорк (США) [8] (Рис. 2, а). Она представляет собой серию «распускающихся» неоновых цветов, которые активируются датчиками движения. Когда посетители проходят мимо витрин центра, то один цветок зажигается и гаснет, а за ним последовательно загораются другие цветы. Так создаётся иллюзия, словно за человеком тянется цепочка из светящихся растений. Активация каждого светового элемента синхронизирована со звуком карильона. Идея и разработка витрины принадлежит дизайнерами **Masamichi Udagawa и Sigi Moeslinger основателями дизайн-студии «Antenna Design».** К примерам медиавитрин относится также художественная инсталляция на фасаде здания флагманского магазина «Maison Hermès» в Токио (Япония) [9] (Рис. 2, б).

В витринах установлены фотографии лица японской актрисы, перед которыми подвешены реальные платки. Изображения создают иллюзию, словно женщины дуют на ткань. Платки приходят в движение за счёт подачи воздуха через небольшое отверстие в стене рядом с губами женщин. Эта идея разработана японским художником и дизайнером Tokujin Yoshioka в сотрудничестве с фотографом Satoshi Asakawa.



а б

Рис. 3. Художественные решения медиаинтерьеров ОТК: а, б) поверхности магазина окрашиваются в цвета одежды посетителей во флагманском магазине «Nokia» в Лондоне (Великобритания).

Во внутреннем пространстве ОТК медиаповерхности органично интегрируются в архитектурные элементы интерьеров, обеспечивая единую среду для демонстрации медиа-арта. Интерьер флагманского магазина «Nokia» в Лондоне (Великобритания) [10] служит примером современного подхода к организации интерактивного медиапространства (Рис. 3, а, б). В нём реализовано двустороннее взаимодействие посетителей с цифровыми системами, а также предусмотрены механизмы их вовлечения в создания медиа-арта. Дизайнерские компании «Eight» и «Nokia» предложили реализовывать в магазине три интерактивные концепции: ветреный день (Windy Day), система плавающих СМС (Swimming Message System), жидкий холст (Liquid Canvas). Посетители отправляли СМС на определённый номер. В первом случае буквы СМС раздувало по ветру в соответствии с силой ветра на улице. Во втором случае СМС превращались в морских существ и плавали по периметру магазина, подражая движениям животных. В третьем - камеры в магазине считывали информацию о цвете одежды посетителей и в соответствии с ним перекрашивали цвет интерьера. Интерактивная арт-инсталяция позволила посетителям при вводе данных с телефона участвовать в создании бесконечного числа уникальных вариантов интерьера магазина.

Таким образом, внедрение медиа-арта на основе колобораций арт-дизайнеров, программистов, архитекторов в архитектурную среду ОТК в мегаполисах формирует новый междисциплинарный подход к организации в них общественных пространств как внешних, так и внутренних. Медиа-арт в комплексах перестаёт выполнять исключительно декоративную функцию и становится важным инструментом вовлечения целевой аудитории в оффлайн-торговлю, создаёт уникальный эмоциональный опыт у посетителей, что в результате способствует росту экономической эффективности центров.

Проведённый анализ общественно-торгового комплекса «BoscoVesna» по улице Новый Арбат, дом 19 в Москве (РФ) показал, что объект выходит за рамки традиционной торговой площадки и выполняет также функции многофункционального арт-пространства современного искусства [11]. Общественная функция центра реализована через создание культурного медиапространства, включающего: арт-лабораторию; мастерскую художника; гостиную «Masters»; выставочное пространство с медиаэлементами, интегрированное в торговые зоны и атриум. Проект-коллаборация 2023 года в комплексе «BoscoVesna» стал важной вехой в развитии российского ритейла, поскольку впервые пространство ОТК было трансформировано в масштабную арт-инсталяцию, объединяющую скульптурные формы, графическое искусство и цифровые технологии. На фасаде и в интерьерах комплекса медиаэкраны выступают инновационными площадками для творческих экспериментов, направленных на синтез торговли, искусства и архитектуры. В рамках художественных концепций центра медиамониторы интегрированы в арт-инсталяции и транслируют специально разработанные тематические авторские видеоролики. Эти динамичные декоративные образы привлекают внимание посетителей ОТК и способствуют увеличению времени их пребывания в нём, побуждают аудиторию к активному взаимодействию с пространством и создают атмосферу культурного события. Так, интеграция медиа-арта в архитектурную среду комплексов формирует новый междисциплинарный подход, превращая торговлю в инструмент культурного притяжения. В результате традиционный поход по магазинам модернизируется до формата мультимедийного спектакля, где каждый элемент архитектурной среды подчинён единой художественно-декоративной концепции.

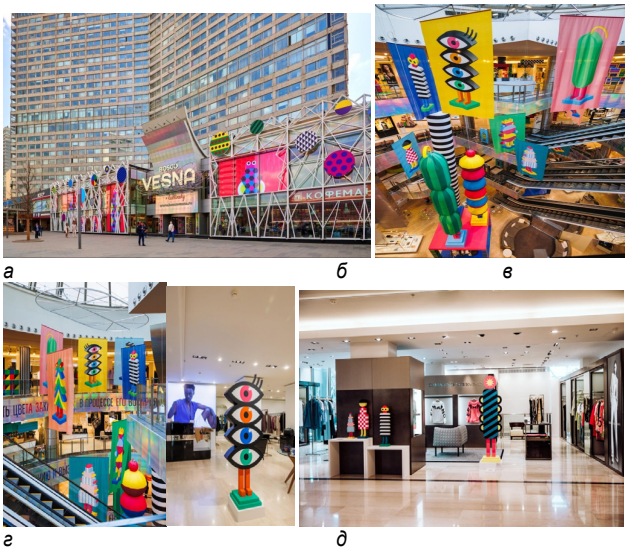


Рис. 4. Декоративные решения ОТК «BoscoVesna» в коллаборации с Андреем Люблинским: а) фасад; б, в) атриум; г, д) торговая зона.

В рамках междисциплинарной коллаборации комплекса «BoscoVesna» с художником Андреем Люблинским в 2023 году была разработана и реализована концепция «Ода цвету и индивидуальности» [12]. Основная идея проекта заключается в создании уникальных ярких антропоморфных персонажей, наделённых «собственной точкой зрения и стремлением быть самими собой». Концепция акцентирует внимание на уникальности и цветовом коде как самого центра, так и его посетителей. Художник создал серию геометрических персонажей, сформированных из простых разноцветных элементов (квадрат, зигзаг, точка и т.п.).

В рамках художественной трансформации ОТК реализована комплексная арт-концепция, охватывающая его ключевые зоны: фасад, атриум и торговые пространства. Арт-инсталляция на фасаде комплекса предполагает использование медиаэкранов во входной зоне в качестве витрин. На медиамониторах в режиме чередования транслируются рекламный контент и авторские видеоролики. Динамику визуального ряда дополняют объёмные разноцветные элементы-круги, размещённые на фасаде центра (Рис. 4, а). Центральным элементом атриума ОТК, установленным на подземном уровне, выступает надувная конструкция, составленная из разноцветных геометрических фрагментов (Рис. 4, б). На стенах атриума размещены цитаты художника, выполненные в виде композиций из разноцветных букв (Рис. 4, в). Например, «Реальность цвета заключается в процессе его восприятия», «Создать гармонию и вызвать потрясение», «Созвучие цвета и формы вызывает приятные ощущения». На медиамониторах, расположенных в торговых зонах комплекса, демонстрируются тематические видеоролики, раскрывающие художественную идею проекта. На всех этажах ОТК установлены скульптурные объекты как одиночные, так и групповые композиции (Рис. 4, г, д). Таким образом, проект Андрея Люблинского демонстрирует успешный синтез цифровых (медиаэкраны) и физических элементов (надувные конструкции, скульптуры, типографика), подчинённых единой художественно-декоративной и смысловой концепцией. Такой подход не только усиливает эстетическое восприятие торговой среды, но и создаёт эмоциональное пространство, вовлекающее посетителей и формирующее идентичность комплекса как культурно-художественной площадки.

В 2024 году торговый центр «BoscoVesna» представил масштабный арт-проект **«Техноорганика»**, в сотрудничестве **Аристархом Чернышёвым -** одним из пионеров медиа-арта в России [13]. Главная идея проекта заключается в осмыслении синтеза технологических инноваций и природных элементов, в котором технологии становятся безотходными и встраиваются в природные циклы. Концепция «Техноорганики» строится на синтезе техники и органики, которые традиционно воспринимаются как противоположности. Техника ассоциируется с жёсткими конструкциями и утилизацией, а органика с безотходностью природных циклов. Коллаборация объединяет несколько проектов художника на темы перепотребления, взаимодействия человека с природой и экспериментов с технологиями, заимствованными у природы. Все работы выполнены в различных техниках медиа-искусства.

Экспозиция **«Техноорганика»** развернулась на фасаде, в атриуме и в нескольких зонах на торговых уровнях комплекса «BoscoVesna». На фасадных медиаэкранах, используемых в качестве витрин, транслируются видеоролики демонстрирующие антропоморфные фигуры в движении из серии «Подвижные трансформации» (Рис. 5, а). Они созданы с помощью искусственного интеллекта и раскрывают синтез техногенных и природных элементов, в центре которых находится человек. Декоративно-художественное впечатление от фасада комплекса создают арт-баннеры из серии «Абстрактная инженерия», изображающие прототипы инженерных устройств в виде гибридов индустриальных механизмов с элементами человеческого тела (сердца, кровеносной системы). Баннерные полотна выполнены в **технике** лентикулярной печати, которая под **разными углами** наклона создаёт иллюзию **глубины**. В атриуме центра между этажами «парят» масштабные надувные скульптуры и лайтбоксы также из серии «Абстрактная инженерия» (Рис. 5, б, в). В вестибюле ОТК посетителей встречает скульптура «Информационная сингулярность» в виде кастомного LED-табло, образующего замкнутую петлю (Рис. 5, г). **Бегущая строка на табло символизирует бессмысленный информационный мусор: сообщения без источника и цели создают хаос, за которым легко скрыть манипуляции** СМИ и Интернета. В торговом пространстве комплекса размещены **интерактивные AR-инсталляции** *«МетаПотребитель» о перепотреблении, эстетической сущности свалки и её переработке, а также «Ген росянки» о возможностях применения* растительных технологий для решения проблем продовольствия на основе симбиоза человека и природы (Рис. 5, д, е). В торговой зоне центра также представлены арт-объекты из серии «Подвижные трансформации», где антропоморфные образы созданы из цветочных композиций, технологичных экранов, природных элементов и др. (Рис. 5, ж). Такой приём отсылает к портретам Джузеппе Арчимбольдо через его использование природных форм и к инсталляциям Нам Джун Пайка - через интеграцию технологий и медиаискусства. Пространство оживает благодаря гармоничному сочетанию динамичных и статичных элементов: на медиаэкранах непрерывно сменяются кадры с движущимися фигурами, а на стенах постеры в технике лентикулярной печати с теми же изображениями только в виде стоп-кадров (Рис. 5, з, и). Итак, «Техноорганика» Аристарха Чернышёва демонстрирует, как медиа-арт выполняет культурные, просветительские и философские функции, превращая ОТК в площадку для размышлений о будущем, в котором высокие технологии гармонично сосуществуют с природой.

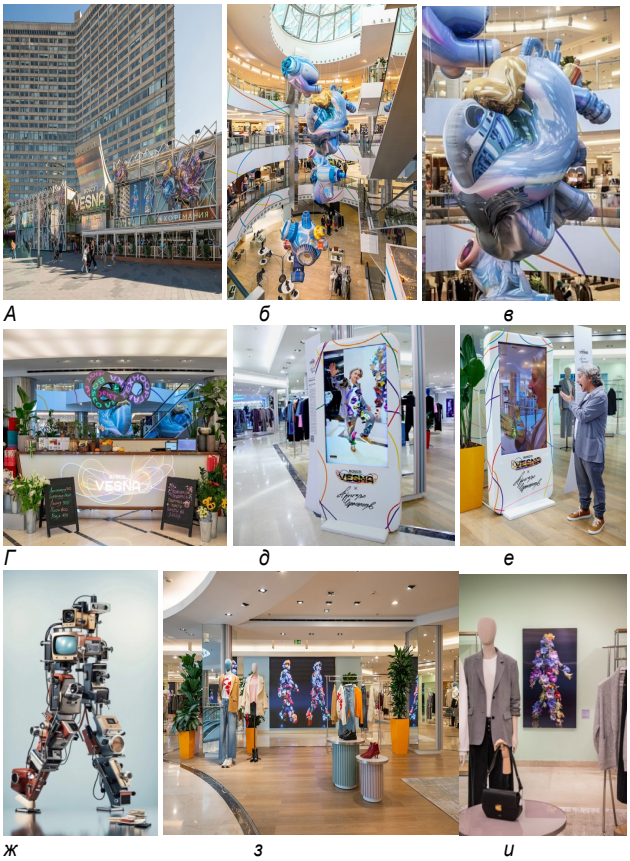


*Рис. 5. Творческая концепция оформления ОТК «BoscoVesna» в коллаборации с Аристархом Чернышёвым: а) фасад; б, в) **атриум; вестибюль**; г) **AR-**инсталляция* «МетаПотребитель» в торговой зоне; д) ***AR-**инсталляция* «Ген росянки» на торговом уровне; ж) *антропоморфный образ из технологичных экранов;* з, и) *медиаинсталляция и постер **«Подвижные трансформации» в торговом пространстве.***

В 2025 году торговый дом «BoscoVesna» запустил масштабную междисциплинарную коллаборацию с художником Гошей Острецовым [14].

Арт-проект «Haut Futur» обыгрывает связь высокой моды «haute couture» с идеями футуризму. Этот проект результат творческого исследования о влиянии искусственного интеллекта на повседневную жизнь. В центре внимания оказывается вопрос о творце визуальной культуры будущего - человек или аргоритм? В этом арт-проекте Гоша Острецов соединил образы из комиксов, экспрессию уличного искусства и коллажные элементы, а также возможности медиатехнологий.

Художественно-декоративное оформление общественных зон центра «BoscoVesna» реализовано через серию арт-инсталляций с размещением на фасаде ОТК, в атриуме и на всех этажах торговых галерей. Художественная концепция фасада комплекса воплощена посредством динамичной трансляции тематических видеороликов на медиаэкранах-витринах, а также дополнена арт-баннером в качестве акцента над центральным входом (Рис. 6, а). Главным элементом атриума ОТК стала крупномасштабная инсталляция в стиле конструктивизм, символизирующая прощание с художественными традициями прошлого во имя новых смыслов. На конструкции размещены живописные полотна

а б в

г д

е ж

Рис. 6. Декоративно-художественные решения ОТК «BoscoVesna» в коллаборации с Гошей Острецовым: а) фасада; б, в) атриум; г) избушка с печкой-буржуйкой; д) интерьер избушки; в) перформанс с участием Г. Острецова; г) картина «Встреча с милым роботом» в торговой зоне.

с персонажами-роботами, которые отражают попытки человека внедрить в жизнь искусственный интеллект и сверхразум (Рис. 9, б, в). В атриуме комплекса в подземном ярусе установлена также арт-инсталляция «Избушка с буржуйкой», в топку которой символически брошены академические рисунки художника. Этот образ наглядно демонстрирует переход от традиционных художественных канонов к экспериментальным формам современного искусства (Рис. 9, г, д). На открытии арт-проекта гости цетра «BoscoVesna» могли поучаствовать в коллективном перформансе и разрисовать обтянутые холстами стены подземного уровня атриума (Рис. 9, е). На медиамониторах в торговых зонах демонстрируются зацикленные видеоролики, раскрывающие основную концепцию художественно-декоративного проекта. Для торговых пространств ОТК разработана серия картин «Цифровые рыцари любви» среди работ «Уроки информатики», «Встреча с милым роботом» и т.п. (Рис. 9, ж). Работы исследуют влияние искусственного интеллекта на жизнь, границы между реальностью и цифровым миром, страстью и зависимостью, ностальгией и стремлением вперёд. Итак, «Haut Futur» Гоши Острецова не только продолжает стратегию дома «BoscoVesna» по переходу торгового пространства в мультифункциональную культурную медиаплощадку, но и ставит острые философские вопросы о роли искусственного интеллекта в будущем искусства, заставляя зрителя задуматься о том, кто (или что?) будет определять визуальную культуру завтра.

Можно сделать вывод, что интеграция медиаповерхностей в архитектурную среду ОТК формирует новое пространство для взаимодействия торговли, цифровых технологий и современного искусства, позволяет преодолевать функциональные ограничения, связанные с наземно-подземной структурой комплексов, и формирует междисциплинарный подход, при котором медиа-арт перестаёт быть декором, становясь инструментом вовлечения посетителей в оффлайн-торговлю и повышения экономической эффективности центров.

Интеграция медиа-арта в декоративные решения ОТК выводит эти объекты за рамки сугубо коммерческой функции, превращая их в значимые центры общественной и культурной жизни города. Синтез цифровых и художественных средств, объединённый единой арт-концепцией, создаёт уникальный эмоциональный опыт, усиливает вовлечённость аудитории и повышает экономической эффективности комплексов. При этом каждый из рассмотренных проектов вносит свой вклад в развитие этого направления: от эстетики цвета и формы через экологическую и технологическую философию к рефлексии о роли искусственного интеллекта. Комплекс «BoscoVesna» служит показательным примером того, как торговое пространство может стать площадкой для актуального медиа-арта, формируя новый тип городского пространства — гибрид коммерции, искусства и цифровых технологий.

Литература

1. *Tanya Toft.* Situations of Presence: Reclaiming public space in the urban digital gallery. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 78 - 83. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Электронный ресурс] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
2. *Павлов А.Ю., Соловьянова А.В.* МЕДИА – АРТ: ИСКУССТВО В XXI ВЕКЕ // Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс] // URL: https://scienceforum.ru/2020/article/2018019401.
3. *Keming Ye, Hanbin Luo, Hua Zhong, Jian Kang.* Physiological and psychological influence of multi-media in urban business districts. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103546 [Электронный ресурс] // URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067072100812X.
4. *Cemile Gül GÜRCAN, Muhammet Ali HEYİK, Hasan TAŞTAN, Fatma ZOROĞLU.* A computational design strategy for integrated façades. Megaron, Vol. 18, No. 1, pp. 92–100, March 2023. DOI: https://doi.org/10.14744/MEGARON.2023.55631 [Электронный ресурс] // URL: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-55631-ARTICLE-GURCAN.pdf.
5. *Alexander Wiethoff, Thomas Bauer and Sven Gehring.* en van Berkel, Astrid Piber and Filippo Lodi 84 Investigating Multi-User Interactions on Interactive Media Façades. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 78 - 83. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Электронный ресурс] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
6. SPOTS (DONE) [Электронный ресурс] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card103.
7. *Glenda Amayo Caldwell and Marcus Foth.* DIY Media Architecture: Open and Participatory Approaches to Community Engagement. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 1 - 10. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Электронный ресурс] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
8. Power Flower (DONE) [Электронный ресурс] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card50.
9. Maison Hermès Window Display [Электронный ресурс] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card723.
10. Nokia Flagship Store (DONE) [Электронный ресурс] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card192.
11. BOSCOVESNA [Электронный ресурс] // URL: https://boscovesna.ru/.
12. BoscoVesna запускает коллаборацию с Lublinsky [Электронный ресурс] // URL: https://www.ok-magazine.ru/.

13. Гид по арт-проекту BoscoVesna x Аристарх Чернышев «Техноорганика» [Электронный ресурс] // URL: https://umagazine.ru/culture/gid-po-art-proektu-boscovesna-x-aristarkh-chernyshev-tekhnoorganika/.

14. На стыке моды и искусства – яркий коллаб Гоши Острецова и BoscoVesna [Электронный ресурс] // URL: https://www.architime.ru/activity/2025/news_vesna.htm.

Media art in decorative solutions for public and commercial complexes with underground spaces, as exemplified by BoscoVesna in Moscow

Mikhaylova E.V.
Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the integration of media art into the architectural and decorative design of public and retail complexes (PRCs) with underground spaces, using the BoscoVesna complex in Moscow as an example. The relevance of this study stems from the expansion of PRCs into multifunctional centers for the social and cultural life of megacities through the implementation of digital technologies and media surfaces. An analysis of international experience in implementing decorative and artistic solutions based on media facades, media display cases, and media interiors demonstrates a shift from the decorative function of media elements to communication and cultural and educational functions. The study focuses on three art collaborations at the BoscoVesna shopping center, realized through decorative designs by Andrey Lyublinsky, Aristarkh Chernyshev, and Gosha Ostretsov. It was found that the synthesis of digital surfaces (media screens, LED displays, AR installations) and physical art objects (inflatable sculptures, lenticular printing, graphics, paintings), united by a single concept, creates a unique emotional experience for OTK visitors. This approach not only enriches the aesthetics of the retail space but also serves cultural, educational, and philosophical functions (understanding overconsumption, the role of artificial intelligence, and the symbiosis of technology and nature). As a result, traditional shopping is transformed into a multimedia gallery or performance, which increases audience engagement and enhances the economic efficiency of the department.

Keywords: Media art, media facade, media interior, public and shopping complex, underground space.

References

1. *Tanya Toft.* Situations of Presence: Reclaiming public space in the urban digital gallery. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 78 - 83. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Electronic resource] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
2. *Pavlov A.Yu., Solovyanova A.V.* MEDIA – ART: ART IN THE 21ST CENTURY // Materials of the XII International Student Scientific Conference «Student Scientific Forum» [Electronic resource] // URL: https://scienceforum.ru/2020/article/2018019401.
3. *Keming Ye, Hanbin Luo, Hua Zhong, Jian Kang.* Physiological and psychological influence of multi-media in urban business districts. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103546 [Electronic resource] // URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221067072100812X.
4. *Cemile Gül GÜRCAN, Muhammet Ali HEYİK, Hasan TAŞTAN, Fatma ZOROĞLU.* A computational design strategy for integrated façades. Megaron, Vol. 18, No. 1, pp. 92–100, March 2023. DOI: https://doi.org/10.14744/MEGARON.2023.55631 [Electronic resource] // URL: https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON-55631-ARTICLE-GURCAN.pdf.
5. *Alexander Wiethoff, Thomas Bauer and Sven Gehring.* en van Berkel, Astrid Piber and Filippo Lodi 84 Investigating Multi-User Interactions on Interactive Media Façades. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 78 - 83. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Electronic resource] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
6. SPOTS (DONE) [Electronic resource] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card103.
7. *Glenda Amayo Caldwell and Marcus Foth.* DIY Media Architecture: Open and Participatory Approaches to Community Engagement. MAB '14: Proceedings of the 2nd Media Architecture Biennale Conference: World Cities. Pages 1 - 10. https://doi.org/10.1145/2682884.2682893 [Electronic resource] // URL: https://mab14.mediaarchitecture.org/wp-content/uploads/sites/8/2014/11/mab14proceedingsreducedsize.pdf.
8. Power Flower (DONE) [Electronic resource] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card50.
9. Maison Hermès Window Display [Electronic resource] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card723.
10. Nokia Flagship Store (DONE) [Electronic resource] // URL: http://digitalexperience.dk/frontend/?attachment_id=973#card192.
11. BOSCOVESNA [Electronic resource] // URL: https://boscovesna.ru/.
12. BoscoVesna LAUNCHES A COLLABORATION WITH Lublinsky [Electronic resource] // URL: https://www.ok-magazine.ru/.
13. Guide to the BoscoVesna x Aristarkh Chernyshev "Technorganica" Art Project [Electronic resource]]// URL: https://umagazine.ru/culture/gid-po-art-proektu-boscovesna-x-aristarkh-chernyshev-tekhnoorganika/.
14. AT THE INTERSECTION OF FASHION AND ART – A BRIGHT COLLABORATION BETWEEN GOSHA OSTRETSOV AND BoscoVesna [Electronic resource] // URL: https://www.architime.ru/activity/2025/news_vesna.htm.

Повышение эксплуатационной надёжности фундаментных блоков за счёт применения модифицированного бетона

Положнов Антон Валериевич
к.т.н., доцент, Волгоградский государственный технический университет, gnomis@yandex.ru,

Мухаммад Айман Аль газали
магистрант, Волгоградский государственный технический университет, РФ, Maygh78@yandex.ru

В статье рассматриваются вопросы повышения эксплуатационной надёжности сборных фундаментных блоков за счёт применения модифицированного бетона.
Проанализированы основные факторы, снижающие долговечность фундаментных конструкций в условиях агрессивного воздействия грунтовых вод, переменных температурно-влажностных режимов и механических нагрузок.
Представлены результаты экспериментальных исследований физико-механических характеристик бетонов, модифицированных комплексными добавками на основе поликарбоксилатных суперпластификаторов, микрокремнезёма и полипропиленовой фибры.
Установлено, что применение разработанного состава позволяет повысить прочность бетона на сжатие на 40 %, водонепроницаемость - на две …четыре марки, морозостойкость - в 2,5 раза по сравнению с контрольным составом.
Предложены рекомендации по применению модифицированного бетона при производстве фундаментных блоков серии ФБС.
Ключевые слова: фундаментные блоки, модифицированный бетон, эксплуатационная надёжность, долговечность, микрокремнезём, суперпластификатор, фибра, морозостойкость, водонепроницаемость.

Надежность и долговечность здания как инженерной системы во многом закладываются ещё на стадии устройства подземной части. Именно фундамент принимает на себя первый «удар» неблагоприятных природных факторов - грунтовой влаги, температурных перепадов, химически активных компонентов почвы — и от того, насколько эффективно материал противостоит этим нагрузкам, зависит безаварийная служба всего сооружения. В отечественной строительной практике для устройства ленточных фундаментов наибольшее распространение получили унифицированные бетонные блоки сплошного сечения, выпускаемые по ГОСТ 13579-2018. Их технологичность очевидна: высокая скорость монтажа, заводское качество, относительно невысокая цена. Однако обратной стороной такой простоты становится уязвимость рядового тяжёлого бетона перед комплексом эксплуатационных воздействий.

Что именно разрушает материал блоков в подземных условиях? Можно выделить несколько групп факторов, действующих, как правило, одновременно:

- миграция влаги по поровому пространству бетонного тела снизу вверх и сквозная фильтрация подземных вод, в которых растворены сульфаты, хлориды, иные ионы агрессивного действия;
- периодические переходы температуры через ноль, заставляющие воду в порах попеременно расширяться и сжиматься;
- механические воздействия от веса вышележащих конструкций и неравномерного поведения основания;
- процессы коррозионного разрушения металлических включений (применительно к армированным изделиям), запускаемые после расходования щелочного резерва защитного слоя при контакте с углекислым газом атмосферы.

Обобщённая статистика обследований эксплуатируемых объектов показывает интересную картину: примерно треть, а в ряде регионов до 40 % всех замечаний к подземной части зданий имеют непосредственное отношение к деградации бетонной матрицы блоков ФБС. Цифра достаточно показательна, чтобы признать актуальной разработку рецептур, в которых указанные слабые места были бы устранены или существенно ослаблены — желательно без значительного роста стоимости готового изделия [1-7].

Авторами поставлена задача - экспериментально подтвердить и количественно оценить, насколько применение бетонной смеси с комплексным модифицированием позволяет увеличить эксплуатационный ресурс сборных элементов фундамента.

Арсенал современных приёмов улучшения свойств бетона достаточно широк. Условно можно говорить о трёх самостоятельных направлениях работы с составом: введение функциональных химических добавок (пластификаторов, ускорителей схватывания, гидрофобизаторов), использование тонкодисперсных минеральных компонентов с пуццолановой активностью, а также внутреннее дисперсное армирование объёма волокнами различной природы.

Практика последних лет убедительно показывает: ни один из перечисленных подходов в чистом виде не даёт того эффекта, который достигается при их грамотной комбинации. Проиллюстрируем сказанное.

Возьмём добавки на основе эфиров поликарбоксиловой кислоты - фактически это новое поколение водоредуцирующих компонентов. Их применение даёт возможность приготовить подвижную, пригодную к укладке смесь при водоцементном отношении всего 0,30–0,35. Меньше воды затворения - меньше избыточных капилляров после её испарения - выше плотность и прочностные характеристики цементного камня. Цепочка очевидна.

Далее - микрокремнезём. Этот материал представляет собой улавливаемую на фильтрах пыль с предприятий, выплавляющих ферросплавы. По химическому составу он на 85–90 % и более состоит из аморфной двуокиси кремния, причём размер частиц на порядок меньше зёрен цемента. Будучи введённым в смесь, микрокремнезём решает сразу две задачи. Во-первых, физически - заполняет пустоты между более крупными частицами вяжущего, действуя как микронаполнитель. Во-вторых, химически - вступает в реакцию со свободным гидроксидом кальция, образующимся при гидратации цемента:

$Ca(OH)_2 + SiO_2 + H_2O \rightarrow CSH$-фазы.

Результатом становится связывание самого «слабого звена» цементного камня - портландита, плохо сопротивляющегося выщелачиванию и сульфатной коррозии. Параллельно структура уплотняется, а её сопротивляемость агрессивным растворам растёт.

Третий компонент комплекса - отрезки полипропиленового волокна. Их функция принципиально иная: распределяясь по всему объёму смеси, тонкие нити образуют пространственную сеть, на которой «гасятся» начинающиеся усадочные микротрещины. Эффект проявляется и на стадии раннего твердения, когда бетон особенно чувствителен к потере влаги, и впоследствии - при работе изделия под нагрузкой.

В состав опытных смесей экспериментальной части исследования вошли:

- портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 31108-2020), выпускаемый ОАО «Мордовцемент», без минеральных добавок;
- заполнитель крупной фракции - гранитный щебень 5–20 мм по ГОСТ 8267-93;
- заполнитель мелкой фракции — кварцевый песок (Мкр = 2,4) по ГОСТ 8736-2014;
- минеральная добавка - конденсированный микрокремнезём марки МК-85; — пластифицирующая добавка Melflux 2651F поликарбоксилатного типа;
- дисперсное армирующее волокно из полипропилена сечением 18 мкм при длине 12 мм.

Изучались четыре варианта рецептур, различающихся по составу и приёмам модификации (таблица 1). Контрольный состав К не содержал каких-либо модифицирующих добавок и служил базой для сравнения. Состав М-1 включал только пластификатор и был призван оценить вклад снижения водоцементного отношения. В состав М-2 дополнительно введён микрокремнезём, а в М-3 — комплекс из всех трёх модификаторов одновременно.

Таблица 1
Составы исследуемых бетонов

Компонент, кг/м³	К (контроль)	М-1	М-2	М-3
Цемент	380	380	360	360
Песок	680	680	670	665
Щебень	1180	1180	1180	1180
Вода	190	145	140	140
Микрокремнезём	—	—	40	40
Суперпластификатор	—	4,2	4,5	4,5
Фибра ПП	—	—	—	0,9
В/Ц	**0,50**	**0,38**	**0,35**	**0,35**

Оценка свойств затвердевшего материала проводилась по типовым методикам, закреплённым в соответствующих стандартах: для прочностных характеристик использовался ГОСТ 10180-2012, для водонепроницаемости - ГОСТ 12730.5-2018, для морозостойкости - ГОСТ 10060-2012 [8-10].

Анализ полученных результатов.

Прочность при сжатии. Показатели, полученные после 28-суточного твердения образцов в нормальных условиях, говорят сами за себя. Базовый бетон без модификаторов набрал 32,4 МПа -типичный показатель для рядовой смеси соответствующего класса. У состава М-1, отличающегося только наличием пластификатора и пониженным расходом воды, прочность поднялась до 41,6 МПа. Введение микрокремнезёма (М-2) дало дополнительно около 2 МПа - итого 43,8 МПа. Наконец, у самого «насыщенного» состава М-3 с добавлением фибры зафиксировано 45,2 МПа, что превышает контрольное значение почти на 40 %.

Не менее важна и динамика твердения. Если у эталонного бетона к третьим суткам набирается лишь около половины проектной прочности (точнее - 48 %), то у модифицированных вариантов в этот же срок реализовано уже 62–68 % итогового значения. Объяснение лежит на поверхности: меньшее количество воды затворения и пуццолановая реакция микрокремнезёма работают на ускорение структурообразования.Способность сопротивляться проникновению воды**.** Здесь наблюдается наиболее впечатляющий рост показателей. От марки W6 у контрольного бетона удалось перейти к W8 (М-1), затем к W12 (М-2) и, наконец, к W14 у комплексно-модифицированного состава М-3. Скачок на восемь марок объясняется прежде всего работой микрокремнезёма: его частицы размером в десятые доли микрометра физически закупоривают капиллярные каналы, по которым в обычном бетоне перемещается влага.

Поведение при многократном замораживании**.** Испытания выполнялись по жёсткой схеме - среда 5-процентного раствора хлорида натрия. Контрольный бетон отработал 75 циклов до достижения предельного состояния, что соответствует марке F_2100. Бетон М-3 продержался почти в два с половиной раза дольше 185 циклов, или марка F_2200. Комплексное объяснение этого результата включает два фактора: общее снижение пористости как таковой и появление в структуре изолированных пор-«резервуаров» в зоне расположения полипропиленовых волокон, способных принимать на себя расширяющуюся при замерзании воду.

Усадочные деформации. К возрасту 28 суток модифицированный бетон М-3 продемонстрировал линейную усадку на уровне 0,32 мм/м против 0,52 мм/м у контроля - разница составила 38 %. Микроскопическое обследование подтвердило ожидаемое: волокна полипропилена эффективно сдерживают раскрытие микротрещин, особенно на ранних стадиях твердения, когда камень ещё не набрал достаточной собственной прочности.

Сводная картина результатов представлена в таблице 2.

Чтобы перевести зафиксированные технические показатели в плоскость практической ценности, воспользуемся обобщённой зависимостью для оценки расчётного срока службы. В качестве интегрального параметра выступает величина D, объединяющая через весовые коэффициенты три ключевые характеристики долговечности:

$D = k_1 \cdot F + k_2 \cdot W + k_3 \cdot Rc$,

где F, W и Rc — относительные значения морозостойкости, водонепроницаемости и прочности соответственно; k_1, k_2, k_3 — весовые коэффициенты, определяемые условиями эксплуатации.

Таблица 2
Сводные результаты испытаний

Показатель	К	М-1	М-2	М-3
Прочность на сжатие, МПа	32,4	41,6	43,8	45,2
Водонепроницаемость	W6	W8	W12	W14
Морозостойкость, циклов	75	110	160	185
Усадка, мм/м	0,52	0,42	0,36	0,32
Средняя плотность, кг/м³	2320	2360	2390	2395

Подстановка экспериментальных данных в данное выражение приводит к следующему выводу: при работе блоков в грунтах со средней степенью агрессивности расчётный срок их службы возрастает с привычных 50 лет до 90–95, то есть практически удваивается.

Что касается стоимостной стороны вопроса, картина следующая. Стоимость кубометра бетона при переходе на модифицированную рецептуру растёт ориентировочно на пятую часть - на 18–22 %. Однако совокупные затраты владельца здания на ремонты и восстановительные мероприятия за нормативный срок эксплуатации сокращаются в 2,3–2,7 раза. Несложно увидеть, что суммарный экономический баланс перехода на новую рецептуру оказывается положительным.

По итогам проведённой работы для предприятий, выпускающих изделия ФБС, могут быть предложены следующие практические рекомендации:

1. **По очерёдности подачи компонентов.** Сухое перемешивание вяжущего и микрокремнезёма должно предшествовать подаче остальных компонентов и занимать 30–45 секунд — за это время разрушаются агломераты МК, склонные образовываться при хранении. Вторым этапом загружаются заполнители и вода с уже растворённым в ней пластификатором. Последним вводится полипропиленовое волокно, причём строго при работающем смесителе - иначе фибра будет распределяться неравномерно.
2. **По времени перемешивания.** Цикл гомогенизации следует увеличивать на четверть-треть относительно обычной длительности - этого достаточно для равномерного распределения всех компонентов по массе замеса.
3. **По режимам тепловой обработки.** Целесообразен переход к так называемой «мягкой» термообработке: изотермическая выдержка при 60–65 °С (вместо традиционных 80–85 °С) продолжительностью от 6 до 8 часов. Такой режим экономит энергоресурсы и одновременно благоприятен с точки зрения формирования качественной микроструктуры цементного камня.
4. **По производственному контролю.** Программа испытаний должна предусматривать проверку водонепроницаемости от каждой выпускаемой партии и ежемесячный контроль морозостойкости.

Совокупный анализ полученных опытных данных позволяет с уверенностью говорить о том, что комплексное модифицирование бетонной смеси - одновременное использование пластификатора поликарбоксилатного типа, конденсированного микрокремнезёма и полипропиленового волокна - является эффективным инженерным решением задачи увеличения срока службы заводских фундаментных блоков.

Выводы

1. Подобранная оптимальная рецептура бетона (вариант М-3) позволяет получать изделия со следующими характеристиками: прочность на сжатие - 45,2 МПа, марка по водонепроницаемости - W14, по морозо-

стойкости - F_2200. Все перечисленные показатели существенно превышают минимально допустимые значения, установленные для бетона блоков ФБС.

2. Расчётный ресурс изделий, изготовленных по предложенной рецептуре, в 1,8–1,9 раза выше аналогичного показателя для блоков из обычного бетона класса В22,5.

3. Удорожание производства, сопровождающее переход на модифицированный состав, многократно перекрывается снижением будущих расходов на восстановление и ремонт подземной части зданий.

4. Сформулированные технологические указания пригодны для применения в условиях действующих предприятий сборного железобетона и не требуют масштабной модернизации технологических линий.

Литература

1. Баженов Ю. М. Технология бетона: учебник. — М.: Изд-во АСВ, 2014.. — 528 с.
2. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Чилин И.А., Дондуков В.Г., Селютин Н.М. Модифицированные бетоны: реальность и перспективы. Вестник НИЦ «Строительство». 2024;40(1):92-104.
3. Несветаев Г. В. Бетоны: учебно-справочное пособие. — Ростов н/Д: Феникс, 2013. — 381 с.
4. Калашников В. И. Терминология науки о бетоне нового поколения // Строительные материалы. — 2011. — № 3. — С. 103–106.
5. Рахимбаев Ш. М., Толыпина Н. М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путём рационального подбора вяжущего. — Белгород: БГТУ, 2015. — 321 с.
6. Lothenbach B., Scrivener K., Hooton R. D. Supplementary cementitious materials // Cement and Concrete Research. — 2011. — Vol. 41, № 12. — P. 1244–1256.
7. Аганин И. А., Морозов Н. М. Применение полипропиленовой фибры для повышения долговечности бетонных изделий // Известия КГАСУ. — 2019. — № 3 (49). — С. 200–206.
8. ГОСТ 13579-2018. Блоки бетонные для стен подвалов. Технические условия.
9. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
10. ГОСТ 10060-2012. Бетоны. Методы определения морозостойкости.

Increasing the operational reliability of foundation blocks through the use of modified concrete

Polozhnov A.V., Muhammad A.Al G.
Volgograd State Technical University

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines ways to improve the operational reliability of precast foundation blocks through the use of modified concrete.

The main factors reducing the durability of foundation structures under aggressive groundwater, variable temperature and humidity conditions, and mechanical loads are analyzed.

The article presents the results of experimental studies of the physical and mechanical properties of concrete modified with complex admixtures based on polycarboxylate superplasticizers, microsilica, and polypropylene fiber.

It has been established that the use of the developed composition increases concrete compressive strength by 40%, water resistance - two...four grades, and frost resistance by 2.5 times compared to the control composition. Recommendations for the use of modified concrete in the production of FBS series foundation blocks are provided.

Keywords: foundation blocks, modified concrete, operational reliability, durability, microsilica, superplasticizer, fiber, frost resistance, water resistance.

References

1. Bazhenov Yu. M. Concrete Technology: Textbook. Moscow: ASV Publishing House, 2014. 528 p.
2. Kaprielov S. S., Sheinfeld A. V., Chilin I. A., Dondukov V. G., Selyutin N. M. Modified Concretes: Reality and Prospects. Bulletin of the Scientific Research Center "Construction". 2024; 40 (1): 92–104.
3. Nesvetaev G. V. Concrete: A Textbook and Reference Manual. Rostov-on-Don: Phoenix, 2013. 381 p.
4. Kalashnikov V. I. Terminology of New-Generation Concrete Science // Construction Materials. 2011, No. 3, pp. 103–106.
5. Rakhimbaev Sh. M., Tolypina N. M. Increasing the Corrosion Resistance of Concrete by Rational Selection of Binder. Belgorod: BSTU, 2015. 321 p.
6. Lothenbach B., Scrivener K., Hooton R. D. Supplementary Cementitious Materials // Cement and Concrete Research. — 2011. — Vol. 41, No. 12. — P. 1244–1256.
7. Aganin I. A., Morozov N. M. Application of polypropylene fiber to increase the durability of concrete products // Izvestiya KSUACE. - 2019. - No. 3 (49). - P. 200–206.
8. GOST 13579-2018. Concrete Blocks for Basement Walls. Specifications.
9. GOST 10180-2012. Concrete. Methods for Determining Strength Using Control Samples.
10. GOST 10060-2012. Concrete. Methods for Determining Frost Resistance.

Генезис государственного учета жилищного фонда в условиях эволюции жилищного законодательства России

Огурцова Анна Николаевна
к.э.н., доцент кафедры жилищно-коммунального комплекса Национального исследовательского, Московский государственный строительный университет, an-ogurtsova@yandex.ru

В статье раскрываются основные этапы становления и развития системы государственного учета жилищного фонда как аспекта реализации характеристик жизненного цикла многоквартирного дома или жилого дома, а также его современное состояние. В основу работы положены результаты анализа нормативных правовых актов, определяющих понятие и содержание государственного учета жилищного фонда, что в свою очередь, может являться способом решения задач управления жизненным циклом жилого фонда, как объектом капитального строительства, в условиях цифровой оптимизации принятия решений в отношении объектов государственного учета. Исследование направлено на формирование целостной картины эволюции государственного учета жилищного фонда в России, при этом в статье анализируются вопросы становления государственного учета на разных этапах исторического развития российской государственности, изменение подходов к объектам такого учета и условиям его осуществления, а также порядок формирования современного представления о данном институте, его целях и возможностях использования результатов, в том числе в рамках принятия управленческих решений по вопросам жизненного цикла объектов государственного учета. Статья может быть полезна для лиц, интересующихся особенностям развития отдельных институтов современного жилищного законодательства.

Ключевые слова: государственный учет жилищного фонда как форма реализации задач управления жизненным циклом объектов учета, технический учет жилищного фонда, техническая инвентаризация, техническая паспортизация, технический паспорт, цифровизация отрасли, оптимизация управленческих решений.

Необходимость достижения оптимальных способов управления жизненным циклом многоквартирных и жилых домов как объектов капитального строительства, своевременное выявление факторов риска износа конструктивных элементов, обеспечение условий функционирования объектов государственного учета в рамках предусмотренных эксплуатационных целей стали поводами для формирования единой актуализируемой базы сведений о многоквартирных и жилых домах с учетом обеспечения доступности и открытости данных о них.

Развитие прозрачности правового регулирования в сфере жилищно-коммунального хозяйства, цифровизация отрасли, обеспечение доступа заинтересованных лиц к информации о техническом состоянии и составе жилищного фонда в Российской Федерации оказали влияние на эволюцию государственного учета жилищного фонда.

При этом государственный учет в разных его проявлениях имеет исторические корни, которые обеспечили его формирование и эволюционирование в зависимости от целей и объектов, подвергающихся учету.

Первое упоминание об осуществлении учета земель и жилищ относится к 1275 году. Впервые порядок учета земель и собственности нормативно был определен актом, изданным 20 сентября 1555 года, которым определялись правила определения площадей и порядок их описания [2].

Советская система государственного учета развивалась поступательно и через призму технической инвентаризации, что было обусловлено особенностями государственной политики и отсутствием частной собственности в отношении объектов капитального строительства. В рамках развития института и нормативного правового регулирования можно выделить три основных этапа: первый этап до 1950 года предполагал необходимость инвентаризации всех строений, независимо от принадлежности и назначения; второй этап – до 1962 года был связан с необходимостью переоценки всех строений с учетом их технического состояния и износа и третий – до 1982 года был направлен на учет жилищного фонда. Так с учетом развития экономических отношений, формирования целостности картины существующих объектов капитального строительства в рамках первых этапов техническому учету подлежали все объекты и только на третьем инвентаризация стала носить более адресный характер и была направлена на получение сведений о жилищном фонде.

Эволюция жилищных правоотношений, связанная с развитием правовых институтов, гарантированных Основным законом, получила свое логическое продолжение с принятием Жилищного кодекса Российской Федерации [4], который, в свою очередь стал первым нормативным правовым актом в постсоветской России детально определяющим не только реализацию жилищных прав, но и устанавливающим порядок осуществления гарантированных социально-экономических возможностей. Действуя в развитие положений статей 2, 7, 40 Конституции Российской Федерации Жилищный кодекс Российской Федерации определил основные принципы и задачи развития жилищного законодательства, закрепил полномочия органов федеральной и региональной системы властей.

Формальное закрепление правового статуса участника правоотношений потребовало от законодателя создать действенные механизмы правоприменения, которые, в свою очередь, исключая декларативность установленных правил, должны были обеспечить их реализацию.

Вместе с тем, существующая система государственного учета жилищного фонда начала складываться до разработки Жилищного кодекса Российской Федерации, так в 1997 году Правительством Российской Федерации принято постановление от 13 октября 1997 г. № 1301 «О государственном учете жилищного фонда в Российской Федерации», которое закрепляло, что государственный учет жилищного фонда независимо от его принадлежности осуществляется по единой для Российской Федерации методологии учета в соответствии с законодательством Российской Федерации.

В рамках сложившейся в конце 90-х годов системы государственного учета устанавливалось, что он включает в себя технический учет, официальный статистический учет и бухгалтерский учет.

Исходя из особенностей правового регулирования технический учёт жилого фонда можно определить следующим образом - это система сбора, документирования, обработки, систематизации и хранения информации о жилых помещениях, зданиях и сооружениях, полученная в результате технической инвентаризации. Техническая инвентаризация – проверка и определение на конкретную дату наличия, местоположения, назначения, фактического использования, состава и технического состояния объекта учета (постановление Госстроя от 30 декабря 1999 г. № 93

«Об утверждении положения об организации государственного технического учета и технической инвентаризации объектов недвижимости в Российской Федерации» (утратило силу)). При этом дефиниция технической паспортизации не получила отражения в действующем (как и действовавшем на указанный временной период) федеральном законодательстве. Учитывая сложившуюся правоприменительную практику под технической паспортизацией может пониматься составление систематизированного описания местоположения, количественного и качественного состава, технического состояния объектов учета [1].

Официальный статистический учет, заключающийся в сборе, обработке и анализе данных о его состоянии, составе, техническом состоянии, уровне благоустройства, стоимости объектов и их изменении.

Бухгалтерский учет заключается в формировании документированной систематизированной информации об объектах, предусмотренных Федеральным законом от 6 декабря 2011 г. № 402-ФЗ «О бухгалтерском учете» [5]. Объекты бухгалтерского учета не имеют четкой дифференциации и имеют непосредственное отношение к деятельности экономического субъекта. При этом законодатель предусмотрел возможность расширения перечня объектов, если это предусмотрено федеральными стандартами. Таким образом, с момента начала нормативного регулирования бухгалтерского учета, действующего в рамках государственного учета жилищного фонда, основной акцент сделан на принадлежности объекта к экономическому субъекту.

Основной задачей государственного учета жилищного фонда определялось получение информации о местоположении, количественном и качественном составе, техническом состоянии, уровне благоустройства, стоимости объектов фонда и изменении этих показателей. Перечень объектов государственного учета включал в себя независимо от формы собственности жилые дома, специализированные дома (общежития, гостиницы-приюты, дома маневренного фонда, специальные дома для одиноких престарелых, дома-интернаты для инвалидов, ветеранов и другие), квартиры, служебные жилые помещения, иные жилые помещения в других строениях, пригодные для проживания. Указанный перечень не являлся исчерпывающим и в соответствии с постановлением Правительства мог быть расширен в связи с изменениями в законодательстве.

Действовавшая с 1997 года система государственного учета жилищного фонда предусматривала необходимость федерального регулирования. Единая система государственного учета в соответствии с полномочиями федеральных органов исполнительной власти просуществовала до вступления в силу Жилищного кодекса Российской Федерации, который предусмотрел полномочие органов государственной власти субъекта Российской Федерации по регулированию государственного учета жилищного фонда субъекта Российской Федерации. Вместе с тем, учитывая положения постановления Правительства Российской Федерации от 13 октября 1997 г. № 1301 «О государственном учете жилищного фонда в Российской Федерации» основные полномочия по реализации государственного учета возлагались на специализированные государственные и муниципальные организации технической инвентаризации - унитарные предприятия, службы, управления, центры, бюро (далее - БТИ) [2]. Организации, ставшие основой для становления БТИ, были сформированы в 1927 году постановлением Экономического совещания РСФСР «Об утверждении Положения об инвентаризации имущества местных советов» 21 мая 1927 года (СУ, 1927, № 55, с. 379). По состоянию на 2000-й год БТИ в России насчитывалось более четырехсот.

Особенностью технической инвентаризации была ее императивность и срочность, она осуществлялась не реже, чем один раз в пять лет в отношении всех объектов учета, в том числе с обязательностью посещения жилых помещений на предмет их идентификации с данными технического паспорта и фактическими изменениями.

Несмотря на возможность реализации полномочий субъектов Российской Федерации в отношении отдельных объектов жилищного фонда существовала единая методика государственного регулирования данного направления. Таким образом, реализуя принцип дифференциации полномочий между федерацией и регионами система нормативного регулирования формировалась на федеральном уровне.

В 2013 году начался этап перехода от технического учета объектов недвижимости к государственному кадастровому учету [3]. Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» было определено понятие государственного кадастрового учета недвижимого имущества [6]. Так, частью 7 статьи 1 Федерального закона от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» под кадастровым учетом понимается внесение в Единый государственный реестр недвижимости сведений о земельных участках, зданиях, сооружениях, помещениях, машино-местах, об объектах незавершенного строительства, о единых недвижимых комплексах, а в случаях, установленных федеральным законом, и об иных объектах, которые прочно связаны с землей, то есть перемещение которых без несоразмерного ущерба их назначению невозможно, которые подтверждают существование такого объекта недвижимости с характеристиками, позволяющими определить его в качестве индивидуально-определенной вещи, или подтверждают прекращение его существования, а также иных предусмотренных Федеральным законом от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» сведений об объектах недвижимости.

При этом государственный кадастровый учет осуществляется в Российской Федерации только на федеральном уровне, действующее законодательство не закрепляет полномочий органов власти субъектов Российской Федерации в указанной сфере.

С установлением государственного кадастрового учета Правительством Российской Федерации было принято постановление от 30 января 2013 г. № 67 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации», которым сокращалось значение технической инвентаризации и технической паспортизации [9]. Данное изменение было обусловлено необходимостью формирования единой системы учета объектов недвижимости во взаимосвязи с положениями о регистрации права собственности и ведения реестра объектов недвижимости [3]. Утрата основных значений технической инвентаризации и технической паспортизации стала началом реформирования действовавшей системы с фактической факультативностью данных направлений. При этом в действующем законодательстве осталось несколько требований обязательности составления технического паспорта, являющегося результатом технической паспортизации, так в соответствии с положениями постановления Правительства РФ от 29 декабря 2011 г. № 1178 «О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике» предусматривается возможность применения понижающего коэффициента энергопотребления при условии представления технического паспорта, подтверждающего соответствующие показатели [8]. При этом до 1 марта 2026 г. при решении вопроса об определении уполномоченной организации по осуществлению технической паспортизации должностные лица, основываясь на сложившейся судебной практике (например, Апелляционное определение Свердловского областного суда от 4 сентября 2024 г. по делу № 33-14184/2024) и руководствуясь пунктом 3 Положения о государственном учете жилищного фонда, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 13 октября 1997 г. № 1301 руководствовались тем, что такой паспорт должен быть изготовлен специализированной организацией, т.е. БТИ.

Вместе с тем, в настоящее время на федеральном уровне отсутствует нормативный правовой акт, определяющий единую форму технического паспорта многоквартирного дома, жилого дома или жилого помещения. Форма документа, равно как и атрибуты определяются нормативными правовыми актами субъекта Российской Федерации.

Таким образом, произошло более заметное разделение государственного учета на федеральном уровне и технического учета на региональном. Указанное подтверждается также и тем, что с момента фактического реформирования государственного учета жилищного фонда в Российской Федерации отдельными регионами были приняты нормативные правовые акты, регулирующие вопросы технического учета (например, Москва, Республика Татарстан).

Со вступлением в силу Федерального закона от 24 июня 2025 г. № 180-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и статьи 6 и 7 Федерального закона «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства» можно говорить о новом этапе развития государственного учета жилищного фонда в Российской Федерации. На этом этапе государственный учет осуществляется в отношении жилых домов и жилых помещений в многоквартирных домах, он обеспечивается в порядке и сроки, которые установлены законодательством о государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства (далее – система). Информация об объектах государственного учета жилищного фонда, размещаемая в системе, содержится в том числе в электронном паспорте жилого дома и электронном паспорте многоквартирного дома, формируемых в системе. Формируется электронный документ, содержащий все характеристики объекта государственного учета жилищного фонда.

Федеральным законом от 24 июня 2025 г. № 180-ФЗ «О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и статьи 6 и 7 Федерального закона «О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства» закрепляется, что выработка государственной политики и нормативно-правовое регулирование в области государственного учета жилищного фонда является полномочием органов государственной власти Российской Федерации [7].

Государственный учет жилищного фонда определяется как деятельность по обработке, хранению и предоставлению информации об объектах государственного учета жилищного фонда на основе программных, технических средств и информационных технологий, предусмотренных системой, позволяющей индивидуализировать объекты государственного учета жилищного фонда, осуществлять мониторинг их состояния, использования и сохранности, а также в случае и порядке, которые установлены законодательством субъектов Российской Федерации, на основе проведения технического учета жилищного фонда, в том числе его технической инвентаризации и технической паспортизации. В отличие от ранее действовавшего понятия государственного учета жилищного фонда к нему не отнесены официальный статистический учет и бухгалтерский учет. При этом впервые конкретизируется, что технический учет регламентируется положениями нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации. Жилищным кодексом Российской Федерации устанавливаются полномочия регионов по установлению порядка проведения технического учета жилищного фонда, в том числе его технической инвентаризации и технической паспортизации, организации и ведения архива технической документации на объекты государственного учета жилищного фонда, а также организация и ведения такого архива.

В рамках указанного правомочия субъекты Российской Федерации разрабатывают нормативные правовые акты, определяющие порядок реализации технического учета, если соответствующим органом власти региона принято решение о необходимости его реализации.

При этом, даже в условиях осуществления технической паспортизации в соответствии с нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации исключается ее императивность в отношении собственников жилых помещений. В условиях наличия информации о жилых помещениях, содержащейся в Едином государственном реестре недвижимости, основной задачей технического учета жилищного фонда представляется получение информации о технических характеристиках и техническом состоянии общего имущества в многоквартирных домах. При этом получение актуальной информации возможно путем актуализации в электронном паспорте многоквартирного дома в системе на основании данных управляющих организаций о проведении сезонных осмотров общего имущества многоквартирных домов, обследований технического состояния многоквартирных домов на основании ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [10], СП 547.1325800,2025 «Здания жилые многоквартирные. Правила установления необходимости проведения капитального ремонта» [11].

В рамках развития системы государственного учета жилищного фонда Минстроем России издан приказ от 20 ноября 2025 г. № 726/пр «Об утверждении форм электронных паспортов многоквартирного дома и жилого дома, порядка их формирования и состава включаемой в них информации» [12], которым определяется перечень информации об объектах государственного учета жилищного фонда, подлежащей размещению в системе и отражающей актуализированные сведения о техническом состоянии соответствующего объекта. Также издан приказ Минстроя России от 20 ноября 2025 г. № 727/пр «Об утверждении порядка предоставления информации об объекте государственного учета жилищного фонда, содержащейся в электронном паспорте многоквартирного дома или электронном паспорте жилого дома, в том числе порядка и способов направления запросов о предоставлении такой информации, формы и формата предоставления такой информации по запросам пользователей такой информации в государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства» [13] в соответствии с которым установлено, что каждый пользователь системы вправе сформировать краткую информацию о соответствующем объекте государственного учет в зависимости от целей и назначения указанной информации, при этом такая информация будет заверена электронно-цифровой подписью оператора системы, что в свою очередь позволит предъявить ее как соответствующий официальный документ, причем как по соответствующему запросу, так и в качестве подтверждающего документа.

Государственный учет жилищного фонда на современном этапе развития способствует обеспечению прозрачности сведений об объектах учета, что позволяет получить всю необходимую информацию о них, независимо от места расположения, что имеет практическое значение, как для собственников помещений, расположенных в таких объектах, так и получения актуальной информации о техническом состоянии объектов учета для целей государственного управления и оптимизации управленческих процессов.

Литература

1. Белякова Е.А., Киселева Н.А. Инвентаризация зданий и сооружений: Учеб. пособие. Пенза., 2015. С. 50 – 52.
2. Быкова Е.Н. Техническая инвентаризация объектов недвижимости: Учеб. пособие. М., 2026. С. 30.
3. Ковалева О.А. Причины и проблемы перехода от технического к кадастровому учету объектов недвижимости/ Вестник ОГУ. 2013. №3 (152), С. 14, 19.
4. Жилищный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 188-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 22 дек. 2004 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 24 дек. 2004 г. : ввод. Федер. Законом. Рос. Федерации от 29 дек. 2004 г. № 189-ФЗ // Парламент. газ. – 2005. – 15 янв. ; Рос. газ. – 2005. – 12 янв. ; Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2005. – № 1, ч. 1, ст. 14.
5. О бухгалтерском учете : федер. закон. Рос. Федерации от 6 дек. 2011 г. № 402-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 22 нояб. 2011 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 29 нояб. 2011 г. // Парламент. газ. – 2011. – 9 – 15 дек. ; Рос. газ. – 2011. – 9 дек. ; Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2011. – № 50, ст. 7344.
6. О государственной регистрации недвижимости : федер. закон. Рос. Федерации от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 3 июля 2015 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 8 июля 2015 г. // Рос. газ. – 2015. – 17 июля ; Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2015. – № 29, ч. 1, ст. 4344.
7. О внесении изменений в Жилищный кодекс Российской Федерации и статьи 6 и 7 Федерального закона О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства : федер. закон. Рос. Федерации от 24 июня 2025 г. № 180-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июня 2025 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 18 июня 2025 г. // Рос. газ. – 2025. – 27 июня ; Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2025. – № 26, ч. 1, ст. 3510.
8. О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике : пост. Правит. Рос. Федер. от 29 дек. 2011 г. № 1178 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2012. – № 4, ст. 504.
9. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации : пост. Правит. Рос. Федер. от 30 янв. 2013 г. № 67 // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2013. – № 5, ст. 407.
10. ГОСТ 31937-2024. «Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». // М.: ФГБУ "Институт стандартизации", 2024.
11. СП 547.1325800.2025. Свод правил. Здания жилые многоквартирные. Правила установления необходимости проведения капитального ремонта (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 22.09.2025 N 569/пр) М.: Минстрой России, 2025 https://www.minstroyrf.gov.ru/ 20.10.2025.
12. Об утверждении форм электронных паспортов многоквартирного дома и жилого дома, порядка их формирования и состава включаемой в них информации : приказ Минстроя Росс. от 20 нояб. 2025 г. № 726/пр // http://pravo.gov.ru 29.11.2025.
13. Об утверждении порядка предоставления информации об объекте государственного учета жилищного фонда, содержащейся в электронном паспорте многоквартирного дома или электронном паспорте жилого дома, в том числе порядка и способов направления запросов о предоставлении такой информации, формы и формата предоставления такой информации по запросам пользователей такой информации в государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства : приказ Минстроя Росс. от 20 нояб. 2025 г. № 727/пр // http://pravo.gov.ru 29.11.2025.

The genesis of state registration of housing stock in the context of the evolution of housing legislation in Russia

Ogurtsova A.N.
Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article explores the key stages in the development of the state housing inventory system as an aspect of implementing the lifecycle characteristics of an apartment building or residential building, as well as its current status. This work is based on an analysis of regulatory legal acts defining the concept and content of state housing inventory. This, in turn, can serve as a means of addressing the challenges of managing the lifecycle of housing stock as a capital construction project, in the context of digitally optimized decision-making regarding state inventory items. The study aims to provide a comprehensive picture of the evolution of state housing inventory in Russia. The article analyzes the development of state inventory at various stages of the historical development of Russian statehood, changing approaches to the objects of such inventory and the conditions for its implementation, as well as the process for developing a modern understanding of this institution, its goals, and the potential use of its results, including in the context of management decisions regarding the lifecycle of state inventory items. This article may be useful for those interested in the development of individual institutions within modern housing legislation.

Keywords: state registration of housing stock as a form of implementing the tasks of managing the life cycle of accounting objects, technical registration of housing stock, technical

inventory, technical certification, technical passport, digitalization of the industry, optimization of management decisions.

References

1. Belyakova E.A., Kiseleva N.A. Inventory of Buildings and Structures: Textbook. Penza, 2015. pp. 50–52.
2. Bykova E.N. Technical Inventory of Real Estate: Textbook. Moscow, 2026. p. 30.
3. Kovaleva O.A. Reasons and Problems of Transition from Technical to Cadastral Registration of Real Estate / OSU Bulletin. 2013. No. 3 (152), pp. 14, 19.
4. Housing Code of the Russian Federation of December 29, 2004 No. 188-FZ: adopted by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on December 22, 2004: approved by the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on December 24, 2004. 2004: introduced by Federal Law of the Russian Federation of December 29, 2004, No. 189-FZ // Parliamentary Gazette. – 2005. – January 15; Russian Gazette. – 2005. – January 12; Collected Legislation of the Russian Federation. – 2005. – No. 1, Part 1, Article 14.
5. On Accounting: Federal Law of the Russian Federation of December 6, 2011, No. 402-FZ: adopted by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on November 22, 2011: approved by the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on November 29, 2011 // Parliamentary Gazette. – 2011. – 9 – 15 Dec. ; Ros. Gas. – 2011. – 9 Dec. ; Coll. of Legislation of the Rus. Federation. – 2011. – No. 50, Art. 7344.
6. On State Registration of Real Estate: Federal Law of the Rus. Federation of 13 July 2015 No. 218-FZ: adopted by the State Duma of the Feder. Assembly of the Rus. Federation on 3 July 2015: approved by the Federation Council of the Feder. Assembly of the Rus. Federation on 8 July 2015 // Ros. Gas. – 2015. – 17 July ; Coll. of Legislation of the Rus. Federation. – 2015. – No. 29, Part 1, Art. 4344.
7. On Amendments to the Housing Code of the Russian Federation and Articles 6 and 7 of the Federal Law On the State Information System of Housing and Public Utilities: federal law. of the Russian Federation of June 24, 2025 No. 180-FZ: adopted by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on June 11, 2025: approved by the Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation on June 18, 2025 // Ros. Gas. – 2025. – June 27; Collected Legislation of the Russian Federation. – 2025. – No. 26, Part 1, Art. 3510.
8. On Pricing in the Sphere of Regulated Prices (Tariffs) in the Electric Power Industry: Resolution of the Government of the Russian Federation of December 29. 2011, No. 1178 // Coll. Legislation of the Russian Federation. – 2012. – No. 4, Art. 504.
9. On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation: Resolution of the Government of the Russian Federation of January 30, 2013, No. 67 // Coll. Legislation of the Russian Federation. – 2013. – No. 5, Art. 407.
10. GOST 31937-2024. "Interstate Standard. Buildings and Structures. Rules for Inspection and Monitoring of Technical Condition". // Moscow: Federal State Budgetary Institution "Institute of Standardization", 2024.
11. SP 547.1325800.2025. Code of Practice. Multi-Apartment Residential Buildings. Rules for establishing the need for major repairs (approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction of Russia dated September 22, 2025 No. 569/pr) Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2025 https://www.minstroyrf.gov.ru/ October 20, 2025.
12. On approval of the forms of electronic passports for apartment buildings and residential buildings, the procedure for their formation and the composition of the information included therein: Order of the Ministry of Construction of Russia dated November 20, 2025 No. 726/pr // http://pravo.gov.ru November 29, 2025.
13. On approval of the procedure for providing information about an object of state registration of the housing stock, contained in the electronic passport of an apartment building or the electronic passport of a residential building, including the procedure and methods for sending requests for the provision of such information, the form and format for providing such information at the request of users of such information in the state information system of housing and communal services: order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated November 20, 2025 No. 727/pr // http://pravo.gov.ru November 29, 2025.

Методика предварительной оценки напряженно-деформированного состояния оболочек вращения для оптимизации конструктивных решений на ранних стадиях проектирования

Окольникова Галина Эриковна
okolnikova-ge@rudn.ru
доцент, кандидат технических наук, Инженерная академия, кафедр технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН); доцент, кандидат технических наук, Института промышленного и гражданского строительства (ИПГС); кафедра железобетонных и каменных конструкций, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,

Лукьянченко Данила Романович
магистрант, Инженерная академия, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), 4yikoffmail@mail.ru,

Наджиб Ахмад Билал
магистрант, Инженерная академия, кафедра технологий строительства и конструкционных материалов, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Bilal.najib@yandex.ru

В статье предложена методика предварительной оценки напряженно-деформированного состояния оболочек вращения, предназначенная для применения на ранних стадиях проектирования. В основу подхода положены положения классической теории тонких оболочек и параметрическое описание геометрии, позволяющее сопоставлять варианты формы без построения детализированных конечно-элементных моделей. Показано, что на предпроектной стадии определяющее значение имеют не локальные экстремумы напряжений, а общий характер силовой работы оболочки, уровень мембранных усилий и степень их неравномерности. Для практического использования предложены безразмерные параметры формы и система укрупненных показателей, по которым возможна ранняя сортировка вариантов. Методика апробирована на трех типовых оболочках вращения — сферической, конической и цилиндрической. В демонстрационном расчете наиболее благоприятные результаты получены для оболочки двойной кривизны. Сделан вывод о целесообразности применения предлагаемой методики как промежуточного звена между концептуальным выбором формы и последующим уточненным расчетом.

Ключевые слова: оболочки вращения, напряженно-деформированное состояние, мембранные усилия, ранняя стадия проектирования, оптимизация формы, параметрический анализ.

1. Введение

Оболочки вращения относятся к числу наиболее эффективных пространственных конструкций. При удачном выборе формы и схемы нагружения они работают преимущественно на мембранные усилия, что позволяет уменьшать материалоемкость без потери несущей способности [2; 5; 6; 8]. По этой причине оболочки широко применяются в покрытиях, резервуарах, емкостных сооружениях и ряде специальных объектов.

Одновременно именно форма делает расчет таких конструкций существенно более сложным. Изменение радиуса кривизны, подъема, угла раскрытия или толщины приводит не только к изменению величины усилий, но и к перестройке самой схемы работы оболочки. Поэтому выбор геометрии на ранней стадии нельзя считать только архитектурной задачей; он напрямую связан с дальнейшими конструктивными решениями [5; 6].

На стадии концепции проектировщик должен сравнить несколько вариантов формы при ограниченном объеме исходных данных. Полный конечно-элементный расчет на этом этапе, как правило, затруднен: еще не определены окончательные узлы, условия опирания и многие локальные элементы. В результате решение нередко принимается либо интуитивно, либо после чрезмерно трудоемкой проработки нескольких вариантов [1; 10].

Отсюда возникает практическая задача: требуется такой метод предварительной оценки, который позволял бы быстро сопоставлять оболочки вращения по характеру их напряженно-деформированного состояния и отбирать наиболее рациональные схемы для дальнейшего углубленного расчета. Цель настоящей статьи состоит в разработке такой методики и в демонстрации ее применения к типовым оболочкам вращения.

2. Анализ существующих подходов к оценке напряженно-деформированного состояния оболочек вращения

Теория оболочек располагает развитым математическим аппаратом. Базу составляют классические работы В.В. Новожилова, А.Л. Гольденвейзера, С.П. Тимошенко и С. Войновского-Кригера, в которых сформулированы основные положения линейной теории тонких оболочек, условия применимости мембранных и моментных моделей, а также методы решения типовых задач [2; 5; 6; 8].

Мембранная теория дает наиболее простое и наглядное описание работы оболочки. В этой постановке нагрузка воспринимается усилиями в срединной поверхности, а изгибные эффекты либо малы, либо учитываются только как локальное возмущение. Такой подход особенно полезен для осесимметричных оболочек при равномерно распределенных нагрузках, когда требуется понять общую связь между формой и уровнем усилий [2; 5; 6; 7; 8].

Однако одной мембранной схемы недостаточно для анализа краевых зон, мест сопряжения, отверстий и других участков, где возникают изгиб и локальные концентрации напряжений. Для таких задач применяются моментные и уточненные модели, а также неклассические варианты теории оболочек, учитывающие поперечный сдвиг и более сложное распределение напряжений по толщине [1; 2]. Эти модели физически полнее, но для ранней стадии проектирования они часто оказываются избыточно сложными.

Наиболее универсальным средством сегодня является метод конечных элементов. Он позволяет исследовать оболочки сложной геометрии, учитывать нелинейность, реальные граничные условия и локальные особенности. Именно этим объясняется широкое использование конечно-элементного анализа в современных работах по оболочкам [9; 10]. Вместе с тем применение МКЭ на предпроектной стадии требует детальной геометрической модели и значительных трудозатрат, что снижает его эффективность как инструмента первичного отбора вариантов.

Современные публикации по оптимальному выбору оболочек подтверждают, что на ранней стадии целесообразно использовать упрощенные критерии, основанные на сравнении форм при одинаковых размерах, нагрузках и граничных условиях [3; 4; 9; 10]. Следовательно, в научной и инженерной практике существует методическая ниша между строгим аналитическим расчетом и полным конечно-элементным анализом. Именно эту нишу и должна занимать методика предварительной оценки.

3. Теоретические предпосылки предварительной оценки

В основе предлагаемого подхода лежит положение о том, что на ранней стадии проектирования необходимо оценивать не все детали напряженного состояния, а общий характер работы оболочки. Для оболочек вращения такой характер в первую очередь определяется геометрией срединной поверхности и соотношением меридиональных и кольцевых усилий [2; 5; 6; 7; 8].

При сопоставлении вариантов формы наибольший интерес представляют три обстоятельства. Во-первых, максимальный уровень мембранных усилий, поскольку именно он в дальнейшем влияет на толщину и расход материала. Во-вторых, равномерность распределения усилий по поверхности: чем меньше разница между средними и максимальными значениями, тем спокойнее работает конструкция. В-третьих, соотношение меридиональной и кольцевой работы, показывающее, насколько сбалансированно оболочка перераспределяет нагрузку [3; 4].

Чтобы сравнение было корректным, необходимо исключить влияние внешних факторов, не связанных с формой. Поэтому разные оболочки следует анализировать при одинаковом материале, одинаковой нагрузке и согласованном принципе задания толщины. Только в этом случае различия в итоговых показателях можно отнести именно к геометрии [3; 4; 9; 10].

Еще одно важное условие — переход от абсолютных размеров к безразмерным параметрам. Такой переход позволяет сравнивать не отдельные объекты, а классы форм. Для оболочек вращения на ранней стадии достаточно учитывать параметр относительной тонкостенности, относительный подъем и относительную длину образующей или пролета. Эти характеристики непосредственно связаны с кривизной поверхности и потому пригодны для укрупненного анализа.

4. Методика предварительной оценки

Предлагаемая методика представляет собой последовательную процедуру сравнения нескольких оболочек вращения по укрупненным признакам их силовой работы. Ее задача состоит не в замене полного расчета, а в раннем отборе тех вариантов, которые имеют более благоприятные механические предпосылки.

На первом этапе задаются исходные параметры: тип оболочки, основные геометрические размеры, толщина, расчетная нагрузка и единые условия сопоставления вариантов. На втором этапе геометрия переводится в безразмерную форму. Для этого используются следующие параметры:

$$\lambda_1 = R / h$$

где λ_1 — параметр относительной тонкостенности; R — радиус кривизны оболочки; h — толщина.

$$\lambda_2 = f / R$$

где λ_2 — относительный подъем оболочки; f — высота подъема.

$$\lambda_3 = l / R$$

где λ_3 — относительная длина образующей или характерного пролета; l — длина образующей либо расчетная длина участка оболочки.

После задания геометрии выполняется расчет основных мембранных усилий — меридионального Nφ и кольцевого Nθ — по зависимостям классической теории оболочек для выбранной формы [2; 5; 6; 7; 8]. Затем вводятся укрупненные показатели сравнения:

$$K_1 = Nmax$$

Показатель K_1 характеризует максимальный уровень усилий в оболочке.

$$K_2 = Nmax / N\text{ср}$$

Показатель K_2 отражает степень неравномерности распределения усилий.

$$K_3 = N\varphi, max / N\theta, max$$

Показатель K_3 показывает соотношение меридиональной и кольцевой работы. Чем ближе значения K_1 и K_2 к минимуму, а K_3 — к сбалансированному соотношению, тем более рациональной считается форма на предварительной стадии [3; 4].

Практически методика реализуется в четыре шага: 1) формирование сравниваемых вариантов; 2) перевод их геометрии в безразмерный вид; 3) расчет мембранных усилий; 4) ранжирование вариантов по показателям K_1, K_2 и K_3. Для удобства применения этапы сведены в таблицу 1.

Таблица 1
Этапы методики предварительной оценки

Этап	Содержание	Результат
1	Задание исходных данных: тип оболочки, размеры, толщина, нагрузка, единые условия сравнения.	Сформирован набор сопоставимых вариантов.
2	Переход к безразмерным параметрам λ_1, λ_2, λ_3.	Получено параметрическое описание формы.
3	Определение меридиональных и кольцевых усилий Nφ и Nθ.	Получены расчетные показатели силовой работы.
4	Вычисление K_1, K_2, K_3 и ранжирование вариантов.	Выбран один или несколько предпочтительных вариантов.

5. Применение методики и анализ результатов

Для демонстрации работы методики были рассмотрены три типовые оболочки вращения: сферическая, коническая и цилиндрическая. Во всех случаях приняты одинаковая условно равномерно распределенная нагрузка, единый материал и согласованный принцип задания толщины. Такая постановка позволяет оценить именно влияние геометрии, не смешивая его с действием других факторов.

На расчетном этапе для каждого варианта определялись мембранные меридиональные и кольцевые усилия по классическим зависимостям теории оболочек для соответствующей формы [2; 5; 6; 7; 8]. Далее по введенным формулам рассчитывались показатели K1, K2 и K3. Для удобства сопоставления полученные значения были приведены к нормированному виду: за 1,00 принималось лучшее значение по каждому критерию. Следует подчеркнуть, что речь идет о демонстрационном сравнении вариантов, а не о полном проектном расчете.

Таблица 2
Нормированные результаты демонстрационного сравнения оболочек

Тип оболочки	K_1	K_2	K_3	Вывод
Сферическая	1,00	1,00	1,00	Наиболее благоприятная работа при принятых условиях.
Коническая	1,15	1,20	1,12	Промежуточный результат; чувствительна к пропорциям.
Цилиндрическая	1,32	1,38	1,25	Требует более тщательного обоснования и последующей проверки.

Примечание — 1,00 соответствует лучшему значению по каждому критерию. Показатели приведены в нормированном виде и используются для сравнительного ранжирования вариантов на ранней стадии проектирования.

Результаты показали, что наилучший интегральный результат демонстрирует сферическая оболочка. Это объясняется двойной кривизной поверхности, которая способствует более равномерному перераспределению нагрузки и снижению пиковых усилий. Полученный вывод согласуется с данными работ, где оптимальными признаются формы, близкие к безмоментной схеме работы [3; 4].

Коническая оболочка заняла промежуточное положение. Ее поведение заметно зависит от угла раскрытия и отношения высоты к радиусу. С инженерной точки зрения это означает, что коническая форма может быть рациональной, но требует более внимательного подбора пропорций уже на ранней стадии. Для такой оболочки сама параметризация формы оказывается особенно важной.

Наименее благоприятный результат в демонстрационном сравнении получен для цилиндрической оболочки. При прочих равных условиях она показала более высокий уровень усилий и меньшую равномерность их распределения. Это не означает непригодность цилиндрической формы, но показывает, что ее выбор должен быть дополнительно обоснован технологическими, архитектурными или эксплуатационными требованиями и затем обязательно проверен уточненным расчетом.

Проведенный анализ позволяет сформулировать практический вывод. На ранней стадии целесообразно рассматривать предлагаемую методику как проектный фильтр. Сначала с ее помощью выполняется быстрое ранжирование вариантов по общим механическим признакам. Затем один или два наиболее перспективных варианта передаются на детальный конечно-элементный расчет. Такой порядок работы сокращает число проектных итераций и делает выбор формы более обоснованным [4; 10].

Заключение

Разработана методика предварительной оценки напряженно-деформированного состояния оболочек вращения, ориентированная на ранние стадии проектирования. Методика основана на параметрическом описании геометрии и сравнении вариантов по трем укрупненным критериям: уровню максимальных усилий, степени их неравномерности и соотношению меридиональной и кольцевой работы.

Предложенный подход не подменяет нормативный расчет, но позволяет до построения детализированной модели выделить геометрические решения с более благоприятными механическими предпосылками. Демонстрационное применение методики к сферической, конической и цилиндрической оболочкам показало, что наилучшие результаты при прочих равных условиях дает оболочка двойной кривизны, тогда как цилиндрическая форма требует более осторожного применения.

Практическая ценность методики состоит в том, что она связывает этап концептуального выбора формы с последующим уточненным расчетом. Тем самым снижается риск поздних корректировок и повышается обоснованность конструктивных решений.

Литература

1. Аннин Б. Д., Волчков Ю. М. Неклассические модели теории пластин и оболочек // Прикладная механика и техническая физика. 2016. Т. 57. № 5. С. 5–18. DOI: 10.15372/PMTF20160501.

2. Гольденвейзер А. Л. Теория упругих тонких оболочек. М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1953. 544 с.

3. Кривошапко С. Н. Оптимальные оболочки вращения и основные критерии оптимальности // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 3. С. 201–209. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-3-201-209.

4. Кривошапко С. Н., Иванов В. Н. Упрощенный выбор оптимальной оболочки вращения // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 6. С. 438–448. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-6-438-448.

5. Новожилов В. В. Теория тонких оболочек. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2010. 378 с.

6. Новожилов В. В., Черных К. Ф., Михайловский Е. И. Линейная теория тонких оболочек. Л.: Политехника, 1991. 656 с.

7. Рекач В. Г., Кривошапко С. Н. Расчет оболочек сложной геометрии. М.: Изд-во УДН, 1988. 176 с.

8. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. М.: Наука, 1966. 636 с.

9. Тупикова Е. М. Выбор оптимальной оболочки покрытия на квадратном плане в виде поверхности переноса // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2019. Т. 15. № 5. С. 367–373. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-5-367-373.

10. Russo A., Sellitto A., Saputo S., Acanfora V., Riccio A. A Numerical–Analytical Approach for the Preliminary Design of Thin-Walled Cylindrical Shell Structures with Elliptical Cut-Outs // Aerospace. 2019. Vol. 6. No. 5. Art. 52. DOI: 10.3390/aerospace6050052.

Methodology for preliminary assessment of the stress-strain state of shells of revolution for optimization of design solutions at early stages of design

Okolnikova G.E., Lukyanchenko D.R., Ahmad B.N.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), National Research Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article proposes a method for preliminary assessment of the stress-strain state of shells of revolution, intended for use in the early stages of design. The approach is based on the principles of classical thin-shell theory and a parametric description of the geometry, allowing for the comparison of shape variants without constructing detailed finite element models. It is shown that at the pre-design stage, the determining factors are not local stress extremes, but the general nature of the shell's force work, the level of membrane forces, and the degree of their non-uniformity. For practical use, dimensionless shape parameters and a system of aggregated indicators are proposed, which enable early sorting of variants. The method was tested on three typical shells of revolution—spherical, conical, and cylindrical. In a demonstration calculation, the most favorable results were obtained for a double-curvature shell. It is concluded that the proposed method is suitable as an intermediate link between the conceptual choice of shape and the subsequent refined calculation.

Keywords: shells of revolution, stress-strain state, membrane forces, early design stage, shape optimization, parametric analysis.

References

1. Annin, B. D., and Volchkov, Yu. M. “Nonclassical Models of Plate and Shell Theory.” Applied Mechanics and Technical Physics, 2016, Vol. 57, No. 5, pp. 5–18. DOI: 10.15372/PMTF20160501.

2. Goldenweiser, A. L. “Theory of Elastic Thin Shells.” Moscow: State Publishing House of Technical and Theoretical Literature, 1953, 544 p.

3. Krivoshapko, S. N. “Optimal Shells of Revolution and Basic Optimality Criteria.” Structural Mechanics of Engineering Structures and Facilities, 2019, Vol. 15, No. 3, pp. 201–209. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-3-201-209.

4. Krivoshapko S. N., Ivanov V. N. Simplified Selection of the Optimal Shell of Revolution // Structural Mechanics of Engineering Structures and Constructions. 2019. Vol. 15. No. 6. pp. 438–448. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-6-438-448.

5. Novozhilov V. V. Theory of Thin Shells. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg University, 2010. 378 p.

6. Novozhilov V. V., Chernykh K. F., Mikhailovsky E. I. Linear Theory of Thin Shells. L.: Politekhnika, 1991. 656 p.

7. Rekach V. G., Krivoshapko S. N. Calculation of shells of complex geometry. Moscow: Publishing house of UDN, 1988. 176 p.

8. Timoshenko S. P., Voinovsky-Kriger S. Plates and shells. Moscow: Nauka, 1966. 636 p.

9. Tupikova E. M. Selection of the optimal roof shell on a square plan in the form of a transfer surface // Structural Mechanics of Engineering Structures and Facilities. 2019. Vol. 15. No. 5. pp. 367–373. DOI: 10.22363/1815-5235-2019-15-5-367-373.

10. Russo A., Sellitto A., Saputo S., Acanfora V., Riccio A. A Numerical–Analytical Approach for the Preliminary Design of Thin-Walled Cylindrical Shell Structures with Elliptical Cut-Outs // Aerospace. 2019. Vol. 6.No. 5. Art. 52. DOI: 10.3390/aerospace6050052.

Экореабилитация общественных пространств промышленных городов

Осминкин Максим Андреевич
магистрант, кафедра дизайн архитектурной среды, Академия архитектуры и искусств, Южный федеральный университет, maks.osminkin@mail.ru

Статья посвящена разработке архитектурно-ландшафтной концепции ревитализации деградированных общественных пространств малых промышленных городов через призму их экореабилитационного потенциала. В статье предложена многофункциональная модель экореабилитации общественных пространств в промышленных городах, ориентированная на сочетание экологического восстановления, социальной интеграции, сохранения индустриального наследия и долговременной управленческой устойчивости. Рассматриваются механизмы включения природоподобных решений в проекты ревитализации браунфилдов, а также условия, при которых общественное пространство выполняет одновременно санитарно-экологические, рекреационные, культурные и адаптационные функции. На основе сопоставления современных теоретических подходов и кейсов постиндустриальных парков сформулированы принципы проектирования: поэтапная рекультивация, адаптивное использование индустриальных структур, управление ливневым стоком, сценарное программирование активности и институциональное партнерство. Установлено, что наибольший эффект дает комбинирование нескольких пространственных моделей, каждая из которых отвечает на отдельный тип проблемы. Выделены четыре базовые модели: фиторемедиационный каркас, климатическая камера, водный менеджмент и биоразнообразный хабитат. Научный вклад работы состоит в разработке прикладной модели предпроектной диагностики и типологии архитектурно-ландшафтных решений. Практическая значимость заключается в возможности использовать предложенную схему при подготовке концепций набережных, парков и бульваров, где требуется совместить экологическую реабилитацию, социальную активность и поэтапную реализацию проекта.

Ключевые слова: промышленный город, экореабилитация, общественное пространство, браунфилд, фиторемедиация, устойчивое развитие, ревитализация.

Введение

Проблематика обновления общественных пространств в промышленных городах в последние годы сместилась от вопросов локального благоустройства к задачам долгосрочной экологической и социальной устойчивости. Для малых и средних индустриальных центров это особенно заметно: набережные, парки, санитарно-защитные полосы и пустыри, сформировавшиеся в логике производственного развития XX века, сегодня одновременно выполняют функции рекреации, транзита, городской идентичности и экологической компенсации. Однако значительная часть таких пространств остается экологически ослабленной и сценарно бедной. Существующая практика благоустройства в рамках федеральных программ часто ограничивается «косметическим» ремонтом: заменой покрытий, установкой типовых малых архитектурных форм. Такой подход игнорирует глубинные экологические проблемы (загрязнение почв, нарушенный гидрологический режим, дефицит биоразнообразия) и не формирует устойчивых причин для постоянного посещения этих пространств горожанами. В научной литературе вопросы редевелопмента промзон и развития общественных пространств рассматриваются достаточно широко, однако специфика системной экореабилитации именно общественных парковых территорий в условиях малого и среднего промышленного города остается недостаточно изученной.

Гипотеза данного исследования заключается в следующем: общественное пространство промышленного города обладает значительным экореабилитационным потенциалом, а его целенаправленная реализация в процессе ревитализации через архитектурно-ландшафтное проектирование способна трансформировать эту территорию из проблемной в ключевой элемент устойчивого развития, выполняющий средообразующие, рекреационные и образовательные функции.

Цель работы - разработать концептуальную модель и типологию подходов к ревитализации общественных пространств, основанных на активации их экореабилитационного потенциала.

Материалы и методы

Исследование выполнено как аналитический обзор научной литературы и нормативных документов. В корпус были включены отечественные правовые акты, своды правил, государственные методические материалы и публикации исследователей по ревитализации промышленных территорий, озеленению, фиторемедиации и проектированию общественных пространств; иностранные работы использовались ограниченно - только для сопоставления отдельных проектных подходов и уточнения терминологии.

Методика включала три этапа. На первом этапе отбирались источники, в которых рассматривались либо механизмы экологической реабилитации, либо пространственные и управленческие модели постиндустриальной регенерации. На втором этапе проводилось тематическое кодирование выводов по четырём аналитическим осям: экологическая, пространственно-планировочная, социальная и управленческая. На третьем этапе выполнялся сравнительный синтез, позволивший собрать единую модель экореабилитации общественных пространств промышленных городов.

Результаты

1. Многофункциональная структура модели

Анализ литературы показывает, что устойчивое общественное пространство на постиндустриальной территории должно формироваться как система, совмещающая несколько типов функций. С одной стороны, речь идёт о классических городских функциях - доступности, безопасности, сценариях повседневного пребывания, культурной репрезентации. С другой стороны, на первый план выходят экологические функции: снижение подвижности загрязнителей, фильтрация стока, смягчение теплового режима, поддержка биоразнообразия и постепенное восстановление почвенного покрова.

Предлагаемая модель включает четыре взаимосвязанных блока: экологическая реабилитация; пространственная адаптация и дизайн; социальное программирование; управление и эксплуатация. Их взаимодействие формирует не сумму отдельных мероприятий, а целостную среду, в которой экологическая логика встроена в повседневное использование территории.

Таблица 1
Компоненты многофункциональной модели экореабилитации

Компонент модели	Содержание
Экологический блок	Снижение экологических рисков, локальная очистка почв и стока, повышение биоразнообразия, климатическая адаптация
Пространственно-планировочный блок	Адаптивное использование индустриальных конструкций, формирование маршрутов, видовых точек, площадок пребывания и тихих зон
Социальный блок	Инклюзивные сценарии использования, рекреация, просветительские практики, локальная идентичность и общественное участие
Управленческий блок	Поэтапная реализация, межсекторное партнёрство, эксплуатационный мониторинг, участие муниципалитета и сообщества

2. Экологический блок: фиторемедиация и сине-зелёная инфраструктура

Современные обзоры рассматривают фиторемедиацию как экологически щадящий и сравнительно низкозатратный способ работы с загрязнёнными городскими территориями. В отличие от полного удаления загрязнённого грунта, такой подход позволяет сочетать восстановление территории с созданием зелёных общественных пространств и постепенным возвратом участков в городской оборот. Основные механизмы включают фитоэкстракцию, фитостабилизацию, ризофильтрацию и фитодеградацию. Выбор конкретной технологии зависит от профиля загрязнения, почвенных характеристик, гидрологического режима и допустимого сценария использования участка.

Для промышленных городов особенно важна связка фиторемедиации с дождевыми садами, биоретенционными элементами и иными компонентами сине-зелёной инфраструктуры. Исследования по дождевым садам показывают, что такие решения применяются не только для отвода воды, но и для её задержания, инфильтрации и предварительной очистки, а также для снижения нагрузки на традиционные сети водоотведения. Тем самым экореабилитация общественного пространства должна проектироваться как комбинация растительных ассоциаций, водного режима и инженерно-ландшафтных решений, а не как обычное озеленение.

3. Пространственная адаптация: от браунфилда к общественному ландшафту

Исследования постиндустриальных парков подтверждают, что наибольшую устойчивость демонстрируют проекты, в которых индустриальное наследие не устраняется полностью, а переосмысляется как часть новой пространственной структуры. В случае High Line бывшая транспортная инфраструктура стала каркасом линейного общественного пространства, а в дискуссии о его модели подчёркивается значение адаптивного повторного использования, сценариальности маршрута и интеграции растительности в существующую техногенную основу. Аналогичную логику демонстрируют и другие постиндустриальные парки, где фрагменты прежней инфраструктуры становятся носителями памяти и одновременно элементами нового общественного ландшафта.

Для проектов такого типа важна не стилизация под «зелёный парк» в отрыве от истории места, а точная работа с уже существующим морфологическим и символическим материалом территории. Сохранение конструкций, фрагментов производственного каркаса и следов прежнего использования усиливает идентичность места и сокращает объём ресурсоёмких демонтажных работ. В этом отношении экореабилитация тесно связана с адаптивным повторным использованием и принципами низкоуглеродной трансформации городской среды.

4. Концепция и архитектурно-дизайнерская идея. Типология моделей

Концепция предлагаемой модели заключается в отказе от пассивной рекреации в пользу «продуктивного ландшафта». Общественное пространство должно не только поглощать углерод и очищать воздух, но и становиться активным агентом по реабилитации собственной территории, демонстрируя эти процессы горожанам, вовлекая их в образовательные программы. Это трансформирует его из объекта потребления в субъект устойчивого развития.

На основе анализа технологий и критериев были сформированы четыре базовые типологические модели, которые могут комбинироваться в зависимости от диагностики конкретной территории.

1. Модель «Фиторемедиационный каркас»

Данная модель применяется на территориях с доказанным химическим загрязнением почв и воздуха. Вместо вывоза грунта предлагается его постепенная очистка с помощью специально подобранных растений-гипераккумуляторов (например, ивы, тополя, подсолнечника, некоторые злаки). Архитектурно-дизайнерская идея состоит в том, чтобы интегрировать эти «лечащие» посадки в композицию парка. Очистные грядки становятся элементами «научного сада», геопластики или арт-объектов. Информационные стенды и QR-коды объясняют происходящие процессы, превращая парк в живую лабораторию.

2. Модель «Климатическая камера»

Модель направлена на борьбу с эффектом «городского теплового острова» и создание комфортного микроклимата. Ключевые элементы:

- Вертикальное озеленение фасадов прилегающих зданий и шумозащитных экранов.
- «Умные» перголы и навесы с солнечными батареями и системой туманообразования для охлаждения воздуха.
- Стратегическая посадка деревьев для создания аэрационных коридоров.
- Дизайн таких пространств фокусируется на контрасте температурных зон, предлагая посетителю выбор между открытым солнцем, ажурной тенью и прохладой «оазиса».

3. Модель «Водный менеджмент»

Актуальна для территорий с ливневыми стоками, подтоплениями или наличием загрязненных водоемов. Модель заменяет традиционную ливневую канализацию на систему биоплато, дождевых садов и каналов-сухих ручьев. Эти элементы, засаженные влаголюбивыми растениями (рогоз, ирис, камыш), естественным образом фильтруют воду. С архитектурной точки зрения, они формируют динамичный ландшафт, меняющий свой облик в зависимости от сезона и осадков, становятся игровыми и эстетическими объектами.

4. Модель «Биоразнообразный хабитат»

Цель — восстановление экологических связей и создание убежищ для городской фауны (насекомые, птицы, мелкие млекопитающие). Реализуется через:

- Создание луговых газонов вместо партерных.
- Установку инсектариев, гнездовий для птиц и летучих мышей.
- Сохранение сухостоя и валежника в специально отведенных зонах.

Дизайн-подход заключается в имитации природных экосистем и отказе от излишней антропогенной упорядоченности, что создает новый тип эстетики «дикой природы в городе».

Обсуждение

Сопоставление источников позволяет выделить несколько принципов, которые следует считать базовыми для экореабилитации общественных пространств в промышленных городах. При этом для российской практики наиболее значимы не универсальные зарубежные схемы, а совмещение отечественных градостроительных норм, экологических требований и наработок российских исследователей по реабилитации промышленных территорий, зеленому каркасу города и фиторемедиации.

Во-первых, необходим переход от логики однофункционального благоустройства к логике экосистемной и пространственной многослойности. Практика показывает, что зелёная инфраструктура работает эффективнее там, где одновременно учитываются экология, повседневная мобильность, общественные функции и режим эксплуатации.

Во-вторых, постиндустриальные территории требуют поэтапности. Не все участки могут быть немедленно переведены в режим интенсивного общественного использования. На части площадок уместны временные сценарии - ограниченный доступ, экологические буферные полосы, экспериментальные посадки, участки наблюдаемой сукцессии. Такая поэтапная модель согласуется и с задачами мониторинга загрязнения, и с ограничениями муниципальных бюджетов.

В-третьих, природоподобные решения не являются универсальной заменой инженерных методов. Фиторемедиация и биоретенция эффективны при корректной диагностике загрязнения, грамотном подборе видов и долгосрочном сопровождении; они должны включаться в проект после экологической оценки участка, а не использоваться как символическая «зелёная витрина».

В-четвёртых, интеграция индустриального наследия имеет не только культурное, но и экологико-экономическое значение. Сохранение пригодных конструкций и пространственного каркаса территории сокращает объём демонтажа, поддерживает уникальность места и формирует сильную локальную идентичность, что особенно важно для городов с кризисом образа будущего.

Наконец, долговременная устойчивость зависит от управления. Исследования постиндустриальной регенерации подчёркивают, что даже удачный проект общественного пространства требует устойчивой институциональной модели, в которой сочетаются муниципальные полномочия, некоммерческое участие и постоянная эксплуатационная поддержка. Для промышленных городов этот вывод особенно важен, поскольку без понятной системы эксплуатации, мониторинга и общественного участия экологический эффект быстро снижается.

Полученные результаты коррелируют с мировыми тенденциями в области фиторемедиации и climate-positive design, но адаптированы под специфические социально-экономические и климатические условия постсоветских промышленных городов. Отличием от традиционного благоустройства является долгосрочный «кумулятивный» эффект: пространство не просто становится красивым, а начинает экологически и экономически «работать» на город, снижая затраты на ливневую канализацию, здравоохранение и повышая привлекательность прилегающих районов.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что экореабилитация общественных пространств в промышленных городах должна пониматься как комплексная пространственная стратегия, а не как набор отдельных озеленительных мероприятий. Её предметом является не только улучшение визуального состояния бывших промышленных площадок, но и восстановление экологических функций, снижение инфраструктурных рисков, создание новой общественной ценности и переосмысление индустриального наследия.

Разработанная многофункциональная модель включает четыре обязательных компонента: экологическое восстановление, пространственно-планировочную адаптацию, социальное программирование и устойчивое управление. Такой подход позволяет проектировать общественные пространства, которые одновременно очищают и стабилизируют среду, удерживают и фильтруют ливневой сток, поддерживают рекреацию и формируют новую городскую идентичность. Практическое внедрение предложенной концепции способно не только повысить качество городской среды, но и сформировать новую идентичность промышленных городов, трансформируя их имидж из «городов прошлого» в «города-лаборатории» устойчивого будущего.

Литература

1. Филипчук С. В., Павлухин А. И. Ревитализация общественных пространств как фактор формирования социокультурной среды города // Культура и образование: научно-информационный журнал вузов культуры и искусств. 2024. №1 (52). С. 161–171. http://doi.org/10.2441/2310-1679-2024-152-161-171.

2. Игнатьев И. В., Магеррамов И.И., Кулакова Д.И., Экономический потенциал редевелопмента индустриальных территорий // Московский экономический журнал. 2024. №12. С. 302–317. doi:10.55186/2413046X_2024_9_12_474.

3. Палий К. Р., Палий Р. Р. Ревитализация индустриального наследия как фактор повышения качества городской среды Санкт-Петербурга // Управленческое консультирование. 2023. № 8. С. 138–146.

4. Герасимов М.А. Инновационные центры переработки отходов с общественным пространством в структуре прибрежных зон / М.А. Герасимов, И.В. Клименко // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №4(65). С. 157-168. URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/11_gerasimov.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-157-168.

5. Морозова С.С., Бабюк И.А. Развитие креативных пространств как источник роста социального капитала в цифровую эпоху // Креативная экономика. – 2023. – Том 17. – № 2. – С. 527–540. doi: 10.18334/ce.17.2.117228.

6. Жданова А.Э. (2024). Формирование комфортной городской среды: экологический аспект // Проблемы развития территории. Т. 28. № 6. С. 141–161. DOI: 10.15838/ptd.2024.6.134.10.

7. Гальченко С. В., Мажайский Ю. А., Гусева Т. М., Чердакова А. С. Фиторемедиация городских почв, загрязненных тяжелыми металлами, декоративными цветочными культурами // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. 2015. N 4 (49). С. 144-153.

8. Фролова ВА. Интеграция концепции экосистемных услуг в городское планирование быстрорастущих зеленых насаждений. 2024.

9. Подрубный Д.Г., Кулаков А.П. 2024. Особенности формирования экологического каркаса городского округа Балашиха Московской области. Региональные геосистемы, 48(4): 591–603. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-4-591-603.

10. Старостина А. А., Гаврильева Н. К., Андреева Н. В. Роль реконструкции озелененных и благоустроенных ландшафтов для формирования зеленого каркаса городских территорий // Московский экономический журнал. 2022.

11. Родькин О. И. Фиторемедиация как метод комплексного решения экологических проблем// Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2024. Т. 34. С. 284–295. https://doi.org/ 10.35634/2412-9518-2024-34-3-284-295.

12. Воронин В. И., Осколков В. А., Швецов С. Г. Фиторемедиация техногенных грунтов, сильно загрязнённых мышьяком и тяжёлыми металлами // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2025. Т. 51. С. 63–72. https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.51.63.

14. Демидова Е. В. Реабилитация промышленных территорий как части городского пространства // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. N 1. С. 8-13.

15. Толпинская Т. П., Альземенева Е. В., Мамаева Ю. В. Основные направления реновационного процесса в преобразовании промышленных территорий под общественные пространства // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 3 (29). С. 52–63.

16. Wen J, et al. Theoretical studies and design models of High Line parks and post-industrial landscape regeneration. Journal of Asian Architecture and Building Engineering. 2025. doi:10.1080/13467581.2025.2533206.

17. Ahmed, S. R. and Capuano, A. (2025) “Blue infrastructures for ecological regeneration – The recovery of mining sites in Hamburg and Rome”, AGATHÓN | International Journal of Architecture, Art and Design, 18, pp. 84–97. doi: 10.69143/2464-9309/1832025.

18. Zhou X. Use of rain gardens for stormwater management in urban design and planning. Landscape and Ecological Engineering 13(1). 2016. DOI:10.1007/s11355-016-0309-3.

Ecorehabilitation of Public Spaces in Industrial Cities

Osminkin M.A.
Southern Federal University

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the development of an architectural and landscape concept for the revitalization of degraded public spaces in small industrial cities through the prism of their eco-remediation potential. The article proposes a multifunctional model for the ecorehabilitation of public spaces in industrial cities. It integrates environmental recovery, social inclusion, preservation of industrial heritage, and long-term governance resilience. The paper examines how nature-based solutions can be embedded into brownfield revitalization projects and under what conditions public spaces can simultaneously perform sanitary, ecological, recreational, cultural, and climate-adaptation functions. By comparing contemporary theoretical approaches and selected post-industrial park cases, the study formulates key design principles: phased remediation, adaptive reuse of industrial structures, stormwater management, activity-based spatial programming, and institutional partnership. The study demonstrates that the highest effect is achieved not by a single intervention but by combining several spatial models, each responding to a specific territorial deficit. Four basic models were identified: phytoremediation framework, climatic chamber, water management and biodiversity habitat. The scientific contribution of the paper lies in a practical model of pre-project diagnosis and in a typology of architectural and landscape solutions. The practical significance consists in the possibility of using this scheme for embankments, parks and boulevards where ecological recovery, social activity and phased implementation must be combined.

Keywords: industrial city, ecorehabilitation, public space, brownfield, phytoremediation, sustainable development, revitalization.

References

1. Filipchuk S. V., Pavlukhin A. I. Revitalization of public spaces as a factor in shaping the sociocultural environment of a city. Culture and Education: Scientific and Informational Journal of Universities of Culture and Arts. 2024. No. 1 (52). Pp. 161–171. http://doi.org/10.2441/2310-1679-2024-152-161-171.
2. Ignatiev I. V., Magerramov I. I., Kulakova D. I. Economic potential of redevelopment of industrial territories. Moscow Economic Journal. 2024. No. 12. Pp. 302–317. doi:10.55186/2413046X_2024_9_12_474.
3. Paliy K. R., Paliy R. R. Revitalization of industrial heritage as a factor in improving the quality of the urban environment of Saint Petersburg. Administrative Consulting. 2023. No. 8. Pp. 138–146.
4. Gerasimov M. A., Klimenko I. V. Innovative waste processing centers with public spaces in the structure of coastal zones. Architecture and Modern Information Technologies. 2023. No. 4 (65). Pp. 157–168. URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/11_gerasimov.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-157-168.
5. Morozova S. S., Babyuk I. A. Development of creative spaces as a source of social capital growth in the digital era. Creative Economy. 2023. Vol. 17. No. 2. Pp. 527–540. doi:10.18334/ce.17.2.117228.
6. Zhdanova A. E. (2024). Formation of a comfortable urban environment: environmental aspect. Problems of Territory Development. Vol. 28. No. 6. Pp. 141–161. DOI: 10.15838/ptd.2024.6.134.10.
7. Galchenko S. V., Mazhaysky Yu. A., Guseva T. M., Cherdakova A. S. Phytoremediation of urban soils contaminated with heavy metals using ornamental flowering plants. Bulletin of Ryazan State University named after S. A. Yesenin. 2015. No. 4 (49). Pp. 144–153.
8. Frolova V. A. Integration of the ecosystem services concept into urban planning of fast-growing green spaces. 2024.
9. Podrubny D. G., Kulakov A. P. (2024). Features of the formation of the ecological framework of the Balashikha urban district of the Moscow region. Regional Geosystems. 48(4): 591–603. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-4-591-603.
10. Starostina A. A., Gavrilyeva N. K., Andreeva N. V. The role of reconstruction of landscaped and greened areas in forming the green framework of urban territories. Moscow Economic Journal. 2022.

Применение композитной арматуры в строительных конструкциях

Паренкина Ярослава Денисовна
магистрант, кафедра «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), darina.podkaminskaya.02@mail.ru,

Габова Виктория Викторовна
к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), gabovavv@yandex.ru,

Гребенюк Никита Сергеевич
магистрант, кафедра «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ) mivideo1233@mail.ru,

Бабенко Ярослав Романович
магистрант, кафедра «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ) babencko.yaroslaw@yandex.ru

В данной работе проанализированы характеристики композитного армирования в строительных бетонных конструкциях, был выполнен их расчет в программном комплексе Лира САПР, включая выбор типа конечных элементов расчетной схемы. Приведены результаты расчета типовых изгибаемых и сжатых элементов с заменой стальной арматуры на композитную. Выявлены ключевые особенности напряженно-деформированного состояния конструкций, а именно повышенная деформативность, увеличенные прогибы и специфический характер трещинообразования, обусловленные низким модулем упругости композита, анализировано, как композитная арматура работает с бетоном. Установлено, что прямое замещение стальной арматуры на основе полученных данных в ПК Лира САПР невозможно. Предложены рекомендации по применению композитной арматуры. Разработаны предложения к проектированию и расчету композитной арматуры для дальнейшей успешной эксплуатации.
Ключевые слова: композитная арматура, строительные конструкции, Лира САПР, конечно-элементный анализ, деформативность, модуль упругости, трещиностойкость, армирование, сцепление бетона, бетон.

В современном строительстве наблюдается устойчивая тенденция к поиску альтернативных материалов, способных повысить долговечность и снизить материалоемкость железобетонных конструкций. Традиционная стальная арматура, обладая высокими прочностными характеристиками, подвержена коррозии, что особенно критично для строительных конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах. Одним из перспективных решений является применение композитной арматуры на основе стеклянных, базальтовых или углеродных волокон, которые характеризуется высокой коррозионной стойкостью, низкой теплопроводностью и диэлектрическими свойствами.

Однако широкое внедрение композитной арматуры сдерживается недостаточной изученностью ее работы в составе бетона, а также отсутствием унифицированных подходов к численному моделированию таких конструкций. Существенное отличие физико-механических характеристик композита требует пересмотра классических методов расчета, ориентированных на сталь. В этой связи особую актуальность приобретает использование программных комплексов с помощью метода конечных элементов, в частности Лира САПР, позволяющая учесть свойства, нелинейность деформаций и особенности совместной работы композитной арматуры с бетоном.

Целью данной работы является анализ характеристик композитного армирования в бетонных конструкциях, выполнение расчета с обоснованным выбором типа конечных элементов, а также выявление особенностей напряженно-деформированного состояния (НДС) изгибаемых элементов и сжатых элементов при замене стальной арматуры на композитную. На основе полученных данных предлагается практические рекомендации по применению композитной арматуры в проектной практике, направленные на обеспечение надежности, экономичности и долговечности железобетонных(бетонных) конструкций.

В мировой строительной практике композитная арматура уже не рассматривается как экспериментальный материал, а занимает ступень технологического решения для конструкций, эксплуатируемых в особо сложных условиях. Наибольший опыт ее внедрения накоплен в Японии, где с конца XX века композитные стержни активно применяются в мостостроении, тротуарных плитах и гидротехнических сооружениях, подверженных прямому воздействию морской воды и циклам замораживания и оттаивания. Высокая коррозионная стойкость композитной арматуры позволила решить проблему преждевременного разрушения стального армирования к агрессивной среде. Однако, несмотря на очевидные преимущества, перенос зарубежного опыта в отечественную практику затруднен из-за нормативной документации и нехватка лабораторных испытаний из-за отсутствия современного оборудования.

В рамках данного исследования был выполнен расчет монолитной плиты перекрытия в ПК Лира САПР. Плита моделировалась с учетом реальных геометрических размеров и граничных условий, задающие опирание на несущие стены и колонны. Для описания жесткостных характеристик конструкции были назначены следующие параметры: бетон класса В25 с модулем упругости E_b=30000 Мпа и коэффициентом Пуассона ν=0.2, а также физически нелинейные свойства материала при необходимости оценки трещиностойкости.

Особенностью расчета являлось назначение второго типа армирования в качестве композитной арматуры марки АУК (углекомпозитная арматура). Для нее в ПК Лира САПР были заданы следующие характеристики: R_f= 1400-1800 Мпа, модуль упругости E_f=130000-150000Мпа, а также работа материала вплоть до разрушения по линейно-упругой диаграмме без учета текучести. Армирование назначалось в двух направлениях с заданным шагом стержней и защитным слоем. Расчет производился методом конечных элементов (МКЭ) с автоматическим подбором требуемой площади сечения арматуры АУК исходя из предельных состояний первой группы на прочность и второй группы на деформации и раскрытие трещин.

Выбор плиты перекрытия для расчета объясняется тремя важными факторами: повышенными требованиями к жесткости и прочности, сопротивлению агрессивным воздействием солнца и высоких температур на открытую кровлю, а таже там, что плита перекрытия является частью пространственного каркаса и несет меньшие нагрузки. Учитывая многослойность конструкций, применение композитной арматуры для плит покрытия нецелесообразно, тогда как для плит перекрытия оно предпочтительнее.

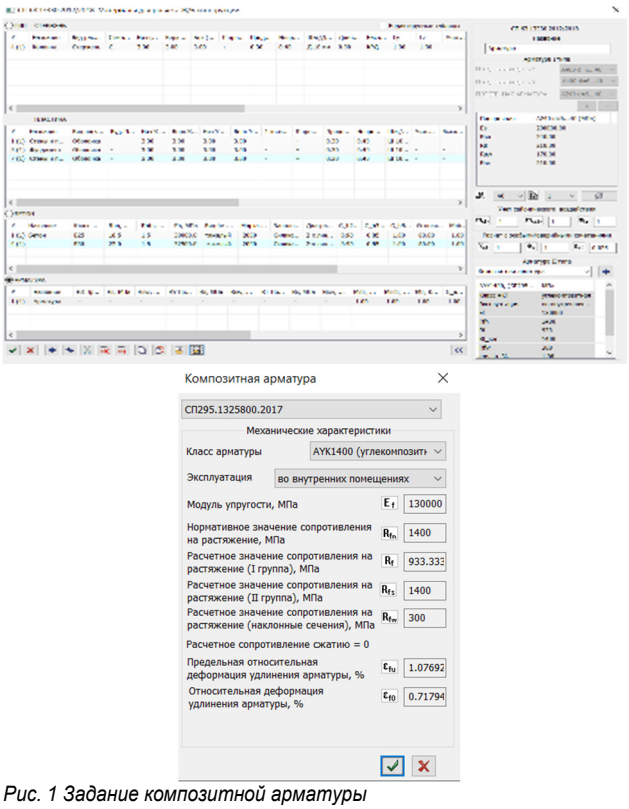


Рис. 1 Задание композитной арматуры

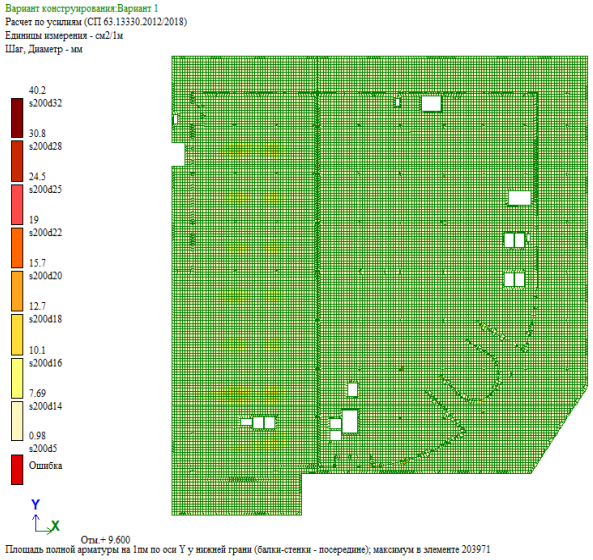


Рис.2 Площадь арматуры на 1 м по оси Y нижней грани

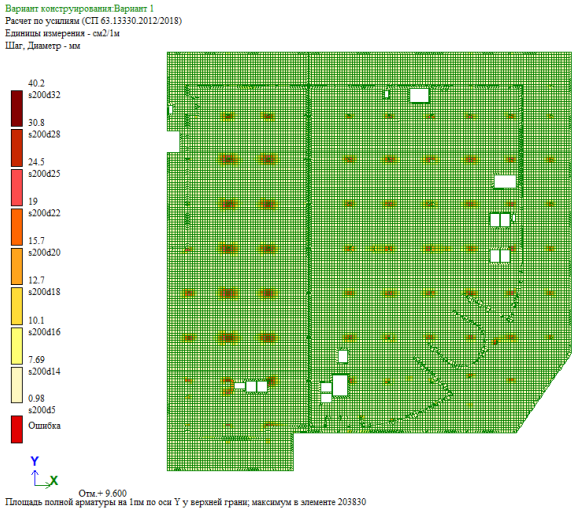


Рис.3 Площадь полной арматуры на 1 м по оси Y у верхней грани

Распределение требуемого армирования нижней грани плиты с композитной арматурой выявило резкую концентрацию усилий в зонах опирания на колонных- до 40,2 см^2/м. Высокие значения площади армирования вместе с участками, где подбор арматуры невозможен («Ошибка»), указывают на фундаментальное ограничение композитов. Причина в том, что нулевое сопротивление сжатию и хрупкий характер композитной арматуры не обеспечивают необходимого перераспределения усилий в сложнонапряженных опорных узлах, что создает критические зоны.

На верхней грани плиты распределение армирования аналогична, но несколько слабее выражена – максимальное значение 30,8 см^2/м.

Наличие участка с ошибкой расчета при меньших нагрузках, чем на нижней грани, подтверждает, что проблема имеет не локальный, а фундаментальный характер, связанный с физическими свойствами композита.

Следует подчеркнуть, что для композитной арматуры критически важна надежная анкеровка, однако в условиях знакопеременных моментов в опорной зоне представляет собой значительную технологическую проблему.

Поскольку композитная арматура моделируется, как стержневой элемент, особое значение приобретает правильное задание параметров ее взаимодействия с бетоном, а именно закона сцепления, который для композитов имеет существенные отличия от стальной арматуры и напрямую зависит от достоверности заложенной в модель физической зависимости.

Сцепление между композитной арматурой и бетоном – это механизм их совместной работы под нагрузкой, зависящий от множества факторов, и регламентируется нормативными документами. Сцепление композитной арматуры с бетоном принципиально отличается от стальной, поскольку композитные стержни имеют гладкую или слабо профилированную поверхность, что снижает механическую составляющую сцепления.

Основными компонентами сцепления для композитной арматуры являются химическая адгезия. Полимерные матрицы химически инертны к компонентам цементного камня в диапазоне pH 4-13, что исключает формирование химических связей на границе раздела, то есть происходит притяжение контактирующих веществ или их химическое взаимодействие.

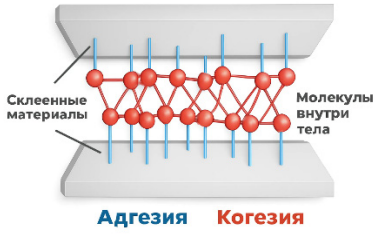


Рис.4. Схема воздействия молекул полимера с бетоном

Удельное сопротивление сцеплению композитной арматуры R_{bond} обычно составляет 30-70% от аналогичного показателя для стальной арматуры того же диаметра, что подтверждает оптимальность выдергивающими испытаниями.

Так же по сравнению со стальной арматурой, для композитной арматуры расчетную длину анкеровки необходимо увеличить в 1,5-2,5 раза, особенно в растянутой зоне.

При воздействии нагрузок в опорной зоне плиты происходит постепенная деградация сцепления композитной арматуры с бетоном вследствие цикличного истирания поверхности стержня и расширения микротрещин в зоне контакта. В тонких плитах перекрытия проблема сцепления композитной арматуры стоит острее, чем в массивных конструкциях, поскольку малая толщина защитного слоя и ограничение по длине анкеровки не позволяют полностью реализовать расчетное сопротивление арматуры.

Температурное воздействие критично для сцепления композитной арматуры, поскольку, нагрев в 80-100ºС размягчает полимерную матрицу и резко снижает адгезию к бетону вплоть до полной потери сцепления.

Для повышения надежности анкеровки композитной арматуры применяют специальные конструктивные меры:

- Устройство анкерных петель.

- Установка механических анкеров. Для повышения надежности анкеровки в оперных зонах плит применяют переплетение поперечных стержней. (рис.5)
- Увеличение защитного слоя бетона на 40-50 мм.
- В программных комплексах моделирование сцепления композитной арматуры с бетоном часто применяют диаграмму «напряжение-скольжение», то есть использование конечных элементов контакта (типа «стержень-оболочка или «стержень-объем»), параметры которого обычно калибруются оп данным натурных испытаний.

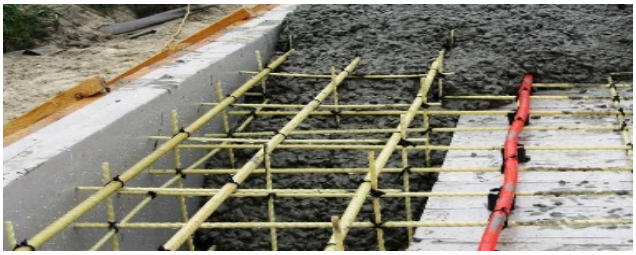


Рис.5. Композитный каркас

Ввиду низкого сцепления композитной арматуры с бетоном (0,15–0,25 МПа), обусловленного химической инертностью полимерной матрицы к цементному камню при pH 4–13 и отсутствием химических связей на границе раздела, её применение в чистом виде для ответственных изгибаемых элементов (плит перекрытия, работающих на знакопеременные моменты) не обеспечивает ни необходимой анкеровки в опорных зонах, ни требуемой жёсткости узлов, что снижает надёжность и долговечность конструкции. Наиболее эффективным решением, повышающим одновременно и эксплуатационную пригодность, и долговечность строительных конструкций, является комбинированное армирование, при котором композитная арматура (обладающая высокой коррозионной стойкостью и низкой теплопроводностью) используется в растянутой зоне пролёта, а стальная арматура класса А400 - в опорных зонах, воспринимающих сжимающие усилия и знакопеременные моменты, а также в качестве поперечных хомутов, обеспечивающих надёжную анкеровку композитных стержней. Такая комбинация позволяет реализовать преимущества обоих материалов: коррозионную стойкость и лёгкость композита в зонах, где сцепление не является критическим, и высокую несущую способность, пластичность и надёжную анкеровку стали в наиболее нагруженных и опасных узлах. В результате обеспечивается синергетический эффект, повышающий общую эффективность армирования на 20–30% по массе и увеличивающий расчётный срок службы конструкции на 15–25 лет в агрессивных средах по сравнению с чисто стальным армированием.

Таким образом, комбинированное армирование (композит + сталь) следует рассматривать как оптимальную стратегию для достижения баланса между эффективностью, надёжностью и долговечностью современных железобетонных конструкций.

Рассматривать композитную арматуру, как прямую равноценную замену стальной - методологически неверно, поскольку ее физико- механические свойства требуют принципиально иных подходов к проектированию, расчету моделей и конструктивных решений. Для успешного внедрения композитной арматуры на отечественном рынке необходимо не копировать зарубежные разработки, а создавать собственные инновационные системы армирования, разрабатывать новые профили поверхностей стержней с улучшенным сцеплением, внедрять гибридные системы, а также создавать более расширенную нормативную базу, учитывающую специфику работы полимеров в конструкциях различного типа. Только такой подход предусмотрен для композита, как самостоятельного конструкционного материала с уникальными свойствами, а не как «замена стали», что позволит выйти на качественно новый уровень эффективности, надежности и долговечности строительных конструкций и занять отечественному производителю достойное место на рынке композитной арматуры.

Литература

1. Бронников И. В. Сравнительный анализ металлической арматуры и арматуры из ком-побитных материалов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. № 5. С. 45–50
2. Леонова А. Н., Курочка М. В. Структурные дефекты в пространственно-армированных композитах и их влияние на свойства материалов // Девелопмент и инновации в строительстве: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конгресса. 2018. С. 132–136.
3. Кузнецов А. Д., Лаврентьев М. С. Сравнение металла и композита в армировании бетона // Молодой учёный. 2016. № 18. С. 122–125.
4. Альзурфи М. К. А., Леонова А. Н., Хорошев А. А. Армирование композитными материалами для защиты от продавливания узла «железобетонная плита–колонна» // Инженерный вестник Дона. 2024. №. 4 (112). С. 20.
5. Тюряхин, А. С., Манухов В. Ф., Дужников В. Н. О величине защитного слоя бетона для арматуры железобетона// Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2015. № 39(58). С. 46-53. EDN TLMIYF.
6. Савин В.Ф., Луговой А.Н., Волков Ю.П. Методика определения термомеханических характеристик полимерных композиционных материалов//Заводская лаборатория, 2003. -№ 6. -С. 40-43.
7. Степанова В.Ф. Перспективы применения композитов в производстве бетона и железобетона//Актуальные вопросы теории и практики применения композитной арматуры в строительстве. Сборник материалов научно-технической конференции. -Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2014. - с. 9-13.
8. Грахов В.П., Попов В.С., Щуклина А.Ю., Анализ и преимущества неметаллической арматуры из композитных материалов в строительстве//Актуальные вопросы теории и практики применения композитной арматуры в строительстве. Сборник материалов научно-технической конференции. -Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2015. -с. 42-51.
9. Грахов В.П., Кислякова Ю.Г., Мохначев С.А., Саидова З.С. Структура рынка композитов в России//В сборнике: Актуальные вопросы теории и практики применения композитной арматуры в строительстве Сборник материалов Второй научно-технической конференции. 2016. С. 5-9. EDN: VLSDSN.
10. Тюрников, В. В. Специфика определения прочности сцепления композитной полимерной арматуры с бетоном / В. В. Тюрников, А. П. Литиков, А. В. Габрилян // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сборник статей / Самарский государственный технический университет. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. – С. 62-65. – EDN ZBSSGV.
11. Караваев, И. В. К вопросу о прочности сцепления композитной арматуры с бетоном / И. В. Караваев, В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2016. – № 1-2. – С. 124-127. – EDN WCOQBJ.
12. Волчок Д. Что такое композитная арматура? / Журнал "Кирпич" №5 (5), 2012 г. С. 6-11.
13. Mallick, P.K. Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing, and Design. Taylor&FrancisGroup, LLC, 2007. 617 p.
14. Численное моделирование сцепления композитной арматуры с бетоном / Т. А. Зиннуров, А. А. Пискунов, Л. Г. Сафиюлина [и др.] // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7, № 4(29). – С. 73. – DOI 10.15862/11TVN415. – EDN UMATSP.
15. К вопросу о повышении сцепления композитной арматуры с цементными бетонами / С. В. Федосов, В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова, И. В. Караваев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. – 2020. – № 1. – С. 95-102. – DOI 10.25686/2542-114X.2020.1.95. – EDN IDQGWZ.
16. Наджибуллохи, Р. Исследование физико-механических свойств сцепления неметалической композитной арматуры с бетоном / Р. Наджибуллохи // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2017. – № 1-4. – С. 133-138. – EDN YPJFSM.
17. Караваев, И. В. Влияние вида анкеровки на адгезию композитной арматуры к бетону / И. В. Караваев, В. Е. Румянцева, В. С. Коновалова // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2017. – № 1. – С. 115-117. – EDN ZRECKB.
18. Патент на полезную модель № 83786 U1 Российская Федерация, МПК E04C 5/07. арматура композитная : № 2009104129/22 : заявл. 09.02.2009 : опубл. 20.06.2009 / А. С. Шахов, С. В. Шахов, С. И. Шабалин [и др.] ; заявитель Общество с ограниченной ответственностью "КОММЕРЧЕСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "УРАЛЬСКАЯ АРМИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ". – EDN IYPHUZ.
19. Хорохордин, А. М. Сравнительная оценка механических свойств полимерной композитной арматуры / А. М. Хорохордин, А. М. Усачев, Д. Н. Коротких // Строительные материалы. – 2018. – № 7. – С. 71. – DOI 10.31659/0585-430X-2018-761-7-71-75. – EDN XUKMEX.

20. Хозин, В. Г. Совместимость полимеркомпозитной арматуры с цементным бетоном в конструкциях / В. Г. Хозин, А. Р. Гиздатуллин // Строительные материалы. – 2017. – № 11. – С. 30-38. – EDN ZWUFXJ.

Application of composite reinforcement in building structures

Parenkina Ya.D., Gabova V.V., Grebenyuk N.S., Babenko Ya.R.
Volgograd State Technical University (VolGTU)

JEL classification: L61, L74, R53

In this work, the characteristics of composite reinforcement in building concrete structures were analyzed, and their calculation was performed in the Lira CAD software package, including the selection of the type of finite elements in the calculation scheme. The results of the calculation of typical bending and compressed elements with the replacement of steel reinforcement with composite reinforcement are presented. The key features of the stress-strain state of the structures, such as increased deformability, increased deflections, and the specific nature of crack formation due to the low modulus of elasticity of the composite, have been identified, and the interaction of composite reinforcement with concrete has been analyzed. It has been established that it is impossible to directly replace steel reinforcement based on the data obtained in the Lira CAD software. Recommendations for the use of composite reinforcement have been proposed. Suggestions for the design and calculation of composite reinforcement have been developed for further successful operation.

Keywords: composite reinforcement, building structures, Lira CAD, finite element analysis, deformability, modulus of elasticity, crack resistance, reinforcement, the adhesion of concrete, concrete.

References

1. Bronnikov I.V. Comparative Analysis of Metal Reinforcement and Reinforcement Made of Composite Materials//Vestnik of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No. 5. pp. 45–50
2. Leonova A.N., Kurochka M.V. Structural Defects in Spatially Reinforced Composites and Their Influence on Material Properties//Development and Innovations in Construction: Coll. Articles of the International Scientific and Practical Congress. 2018. pp. 132–136.
3. Kuznetsov A.D., Lavrentyev M.S. Comparison of Metal and Composite in Concrete Reinforcement//Young Scientist. 2016. No. 18. pp. 122–125.
4. Alzurfi M.K.A., Leonova A.N., Khoroshev A.A. Reinforcement with composite materials for protection against punching of the "reinforced concrete slab-column" joint // Engineering Bulletin of the Don. 2024. No. 4 (112). P. 20.
5. Tyuryakhin, A.S., Manukhov V.F., Duzhnikov V.N. On the size of the protective layer of concrete for reinforced concrete reinforcement // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. 2015. No. 39 (58). P. 46-53. EDN TLMIYF.
6. Savin V.F., Lugovoy A.N., Volkov Yu.P. Methodology for Determining Thermomechanical Characteristics of Polymer Composite Materials//Factory Laboratory, 2003. - No. 6. - P. 40-43.
7. Stepanova V.F. Prospects for the Application of Composites in the Production of Concrete and Reinforced Concrete//Topical Issues in the Theory and Practice of Using Composite Reinforcement in Construction. Collection of Materials of the Scientific and Technical Conference. - Izhevsk: Izhevsk State Technical University Publishing House, 2014. - P. 9-13.
8. Grakhov V.P., Popov V.S., Shchuklina A.Yu., Analysis and Advantages of Non-Metallic Reinforcement Made of Composite Materials in Construction//Topical Issues in the Theory and Practice of Using Composite Reinforcement in Construction. Collection of Materials of the Scientific and Technical Conference. - Izhevsk: Izhevsk State Technical University Publishing House, 2015. - P. 42-51.
9. Grakhov V.P., Kislyakova Yu.G., Mokhnachev S.A., Saidova Z.S. Composite market structure in Russia//In the collection: Current issues in the theory and practice of using composite reinforcement in construction. Collection of materials of the Second scientific and technical conference. 2016. pp. 5-9. EDN: VLSDSN.
10. Tyurnikov, V.V. Specifics of determining the adhesion strength of composite polymer reinforcement to concrete / V.V. Tyurnikov, A.P. Litikov, A.V. Gabrielyan // Traditions and innovations in construction and architecture. Construction technologies: collection of articles / Samara State Technical University. - Samara: Samara State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. - pp. 62-65. - EDN ZBSSGV.
11. Karavaev, I. V. On the Strength of Adhesion of Composite Reinforcement to Concrete / I. V. Karavaev, V. E. Rumyantseva, V. S. Konovalova // Physics of Fibrous Materials: Structure, Properties, Science-Intensive Technologies and Materials (SMARTEX). - 2016. - No. 1-2. - Pp. 124-127. - EDN WCOQBJ.
12. Volchok, D. What is Composite Reinforcement? / Magazine "Kirpich" No. 5 (5), 2012. Pp. 6-11.
13. Mallick, P.K. Fiber-Reinforced Composites Materials, Manufacturing, and Design. Taylor&FrancisGroup, LLC, 2007. 617 p.
14. Numerical modeling of adhesion of composite reinforcement to concrete / T. A. Zinnurov, A. A. Piskunov, L. G. Safiulina [et al.] // Internet journal Naukovedenie. - 2015. - Vol. 7, No. 4 (29). - P. 73. - DOI 10.15862 / 11TVN415. - EDN UMATSP.
15. On the issue of increasing the adhesion of composite reinforcement to cement concrete / S. V. Fedosov, V. E. Rumyantseva, V. S. Konovalova, I. V. Karavaev // Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Materials. Designs. Technologies. - 2020. - No. 1. - P. 95-102. – DOI 10.25686/2542-114X.2020.1.95. – EDN IDQGWZ.
16. Najibullohi, R. Study of physical and mechanical properties of adhesion of non-metallic composite reinforcement to concrete / R. Najibullohi // Bulletin of the Tajik National University. Series of natural sciences. – 2017. – No. 1-4. – Pp. 133-138. – EDN YPJFSM.
17. Karavaev, I. V. Influence of anchorage type on the adhesion of composite reinforcement to concrete / I. V. Karavaev, V. E. Rumyantseva, V. S. Konovalova // Physics of fibrous materials: structure, properties, science-intensive technologies and materials (SMARTEX). – 2017. – No. 1. – P. 115-117. – EDN ZRECKB.
18. Patent for utility model No. 83786 U1 Russian Federation, IPC E04C 5/07. Composite reinforcement: No. 2009104129/22: declared 09.02.2009: published 20.06.2009 / A. S. Shakhov, S. V. Shakhov, S. I. Shabalin [et al.]; applicant Limited Liability Company "COMMERCIAL SCIENTIFIC AND PRODUCTION ASSOCIATION "URAL REINFORCING COMPANY". – EDN IYPHUZ.
19. Khorokhordin, A. M. Comparative assessment of mechanical properties of polymer composite reinforcement / A. M. Khorokhordin, A. M. Usachev, D. N. Korotkikh // Construction materials. – 2018. – No. 7. – P. 71. – DOI 10.31659/0585-430X-2018-761-7-71-75. – EDN XUKMEX.
20. Khozin, V. G. Compatibility of polymer composite reinforcement with cement concrete in structures / V. G. Khozin, A. R. Gizdatullin // Construction materials. – 2017. – No. 11. – pp. 30-38. – EDN ZWUFXJ.

Оценка воздействия агрессивных водонасыщенных глинистых грунтов на плитные фундаменты

Максютова Евгения Александровна
магистрант, кафедра «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), evgenm00@mail.ru,

Паренкина Ярослава Денисовна
магистрант, кафедра «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), darina.podkaminskaya.02@mail.ru,

Габова Виктория Викторовна
к.т.н., доцент кафедры «Строительные конструкции, основания и надежность сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), gabovavv@yandex.ru,

Клименко Владимир Иванович
к.т.н., доцент кафедры «Строительная механика», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ), vasa_klim@mail.ru

В рамках данного исследования была разработана расчетная схема нежилого торгового центра, включающая моделирование и расчет, несущий конструкций и грунтового основания. Проведен детальный анализ жесткости всего здания, что позволило выявить основные факторы, влияющие на его устойчивость и долговечность. Особое внимание было уделено взаимодействию фундаментной плиты с грунтовым основанием, в том числе была проведена оценка его несущей способности и учета осадки грунтового основания.
На основании выполненных расчетов были выведены изополя напряжений в фундаментной плите и оценено влияние осадки на эксплуатационные характеристики здания. Результаты анализа прогнозировали наиболее нагруженные участки, что позволили разработать рекомендации по оптимизации конструктивных решений для снижения неравномерных осадок. Полученные результаты могут быть использованы для повышения надежности и безопасности эксплуатационных характеристик торгового центра, а также обоснования проектных решений и требований при строительстве аналогичных объектов.
Ключевые слова: агрессивные грунты, глинистые грунты, надежность фундаментов, основания, плиточные фундаменты, гидроизоляция, защита фундамента, суффозия, долговечность, расчет осадки, деформации, просадка.

Современное строительство крупных объектов, таких как торговые и офисные центры, промышленные здания и жилые комплексы, требуют особого внимания к вопросам надежности и долговечности фундаментных конструкций. В условиях тесной городской застройки и сложных инженерно- геологических условий все больше и больше распространяются плитные фундаменты, обеспечивающие равномерное распределение нагрузок на грунт и минимизацию неравномерных осадок.

Однако эффективность и срок службы плитных фундаментов зачастую зависят от характеристик грунтового основания. Особое место среди них занимают водонасыщенные глинистые грунты, которые при определенных условиях проявляют агрессивные свойства по отношению к строительным конструкциям и материалам. К числу таких проявлений относится химическая коррозия бетона или арматуры, суффозионные процессы, набухание и просадка, что приводит к деформациям фундамента и снижению его несущей способности.

Агрессивные грунты представляют собой одну из основных причин увеличения риска разрушения зданий и сооружений, особенно при наличии мелко заложенных фундаментов. Под агрессивными грунтами обычно понимаются почвы, обладающие высокой химической активностью, изменчивостью, неустойчивостью под нагрузкой и предрасположенностью к деформации. Эти характеристики напрямую отражаются на работе фундаментов, вызывая различные негативные последствия.[1]

Фундамент является основным элементом зданий и сооружений, который служит для передачи нагрузок на грунт и обеспечения стабильности конструкции. Однако при взаимодействии с агрессивными почвами может возникнуть множество проблем, таких как коррозия материалов, деформации, просадки или подъемы фундамента, что в свою очередь приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик зданий и увеличению затрат на их ремонт и реконструкцию. [1]

Актуальность данной темы обусловлена ростом строительной активности и нужд в стабильных и долгосрочных конструктивных решениях. Особое внимание следует уделить методам оценки агрессивности грунтов, определению их физических и химических свойств, а также разработке рекомендаций по выбору материалов и технологий для проектирования фундаментов, устойчивых к агрессивным воздействиям. В рамках данной статьи будет рассмотрена основное воздействие агрессивных грунтов на фундаменты мелкого заложения, проводиться анализ их негативных последствий, а также предлагаться меры по минимизации рисков, связанных с их эксплуатацией.[1]

Для исследования таких процессов была сконструирована расчетная модель в ПК ЛИРА-САПР и проведен анализ воздействия верхних нагрузок на все здание, а в ПК ГРУНТ был создан геологический разрез грунтового основания, где верхний слой представлял собой водонасыщенный глинистый грунт, который взаимодействует с поверхностью фундаментной плиты.

Был произведен расчет осадки двумя способами в ПК Лира САПР во внутреннем ПК ГРУНТ и программном обеспечении MS Excel.

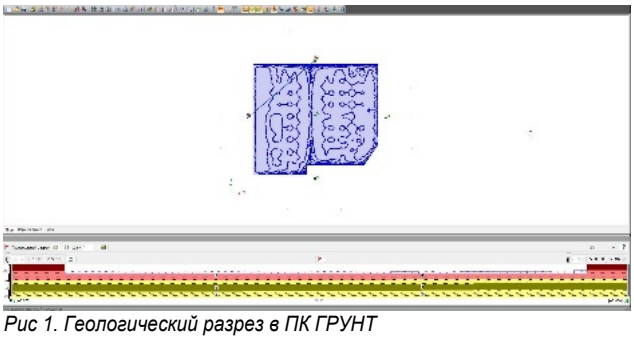


Рис 1. Геологический разрез в ПК ГРУНТ

Вопрос о том, как агрессивные грунты разрушают плитные фундаменты, сегодня чрезмерно актуален, это главная задача всего строительства в целом, от его решения напрямую зависят надежность строительных объектов и развитие геотехнической инфраструктуры.

Это уменьшает вероятность деформации и разрушения фундаментных плит, повышает долговечность, упрощает выбор оптимальной защиты от агрессивной среды (от коррозии или деградации бетона), а

также ведет к уменьшению вероятности аварийных ситуаций и внеплановых работ, что ведет к сокращению затрат на обслуживание и восстановление объектов.

Для определения величины осадки грунтового основания в статье были использованы два метода расчета. Первый реализован с программного комплекса Лира САПР (ПК ГРУНТ), позволяющий учесть и смоделировать пространственную систему «основание-фундамент». Второй метод основан на ручном расчете в программном обеспечении MS Excel по стандартизированным формулам механики грунтов из СП.[5]

Сочетание численного и аналитического расчетов позволило авторам получить объективные данные и обоснованный вывод о деформациях основания.

Таблица №1

Сведения инженерно-геологических изысканий в ПК ГРУНТ

№	Наименование грунта	Показатель текучести	Природная влажность	Коэффициент пористости	Модуль деформации (кН/м²)	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта (кН/м³)
1	Насыпной	0.20		0.70	9806.650	0.300	17.652
2	Глина полутвёрдая	0.15		0.80	21574.631	0.420	18.829
3	Супесь	1.10	W	0.72	19613.301	0.300	17.848
4	Песок пылеватый	0,6	W	0.54	17651.971	0.300	17.162
5	Суглинок туго пластичный	0.26		0.68	17651.971	0.350	18.338

На основе сведений инженерно-геологических изысканий выполнено послойное суммирование осадок и построены эпюры напряжений в грунтовом основании двумя разными способами. Определение осадки фундаментной плиты выполнено на основе расчетной схемы «основание-фундамент» с учетом свойств водонасыщенных глинистых грунтов.

Таблица № 2

Сведения инженерно-геологических изысканий в MS Excel

№	Наименование грунта	Природная влажность	Показатель текучести	Коэффициент пористости	Модуль деформации (кН/м²)	Коэффициент Пуассона	Удельный вес грунта (кН/м³)
1	Почвенно-растительный слой		0.20	0,7	9684,0	0,3	21
2	Глина твердая		0,273	0,990	19368	0,35	16,5
3	Супесь пластичная	W	0,27	0,459	19368	0,33	21,0
4	Песок средней крупности	W	0,6	0,6	35678	0,3	20,1
5	Суглинок тугопластичный		0,265	0,580	19368	0,36	21,5
6	Песок гравелистый		0,6	0,360	27000	0,3	20,3

Учет влияния осадки на фундамент представляет собой обязательное условие при проектировании и строительстве объектов. Под осадкой понимается медленное, постепенное или резкое проседание грунта или вышележащих строительных конструкций под влиянием внешних факторов.

Расчет осадки производился в программном комплексе Microsoft Excel с использованием расчетной схемы в виде линейно деформированного полупространства.

В результате сопоставления расчетных значений осадки, полученных двумя способами, установлено существенное расхождение. Абсолютное расхождение – 114,416 ед. Относительное расхождение результата составило в 13,6 раз.

Разница в результатах критически велика, что нельзя ссылаться на округление значений. В таком случает рекомендуется верификация на тестовой задаче, имеющей аналитическое решение.

Следовательно, для обеспечения долговечности и устойчивости плиточных фундаментов требуется комплексный подход. Детальное исследование грунтов и гидрогеологических условий позволяет правильно оценить риски воздействия грунтовых вод и принять адекватные конструктивные меры.

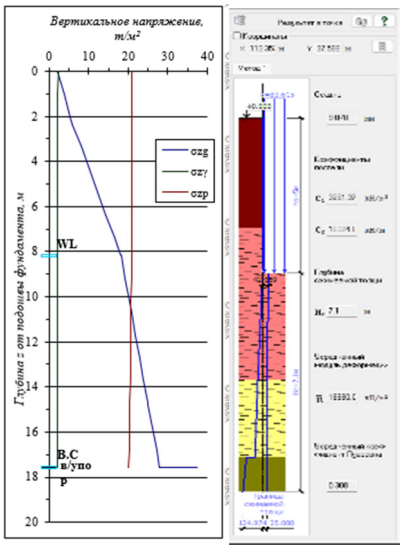


Рис.2 Эпюры вертикальных напряжений в MS Excel и ПК ГРУНТ

Таблица № 3

Сравнительный анализ расчета осадки в двух программных комплексах

Параметр осадки	Значение	Расхождение
MS Exsel	123,494	114,416 (92,65%)

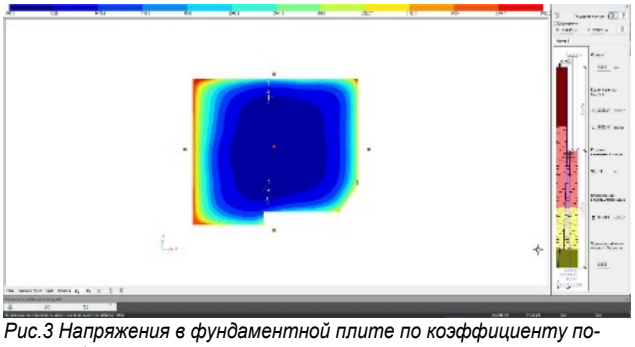


Рис.3 Напряжения в фундаментной плите по коэффициенту постели c1

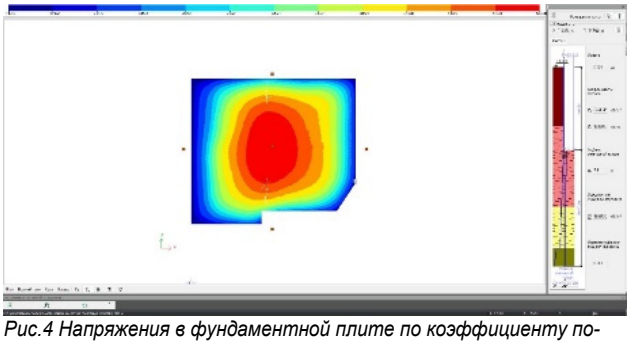


Рис.4 Напряжения в фундаментной плите по коэффициенту постели c2

Литература

1. Паренкина, Я. Д. Влияние агрессивности водонасыщенных глинистых грунтов на поверхность плиточных фундаментов / Я. Д. Паренкина // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сборник трудов Международной научно-практической конференции, Волгоград, 11–12 декабря 2024 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2024. – С. 50-53. – EDN SUGSTE.
2. Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций : учебное пособие / В. А. Пшеничкина, Г. В. Воронкова, В. В. Дроздов [и др.]. — Волгоград: ВолгГТУ, 2021 — Часть 2 — 2021. — 98 с. — ISBN 978-5-9948-4200-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/288551 (дата обращения: 29.11.2024). — Режим доступа: для автора из. пользователей.
3. Леденёв, В. В. Деформирование и разрушение оснований, фундаментов, строительных материалов и конструкций (теория, эксперимент) : монография / В. В. Леденёв. — Тамбов: ТГТУ, 2021. — 468 с. —

ISBN 978-5-8265-2300-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/320492 (дата обращения: 29.11.2024). — Режим доступа: для авториз. Пользователей

4. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016N 891/пр) (ред. от 30.12.2020)

5. СП 22.13330.2016. Свод правил. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями N 1, 2,3) Свод правил от 16 декабря 2016 г. № 22.13330.2016 (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016N 970/пр) (ред. от 17.06.2017)

6. Корецкая Г., Корецкий Д. (2015). Анализ влияния техногенных и природных факторов на осадки фундаментов зданий и сооружений Беловской ГРЭС. .

7. Филимонов Е., Устинов А. (2011). Эффективные технологии устройства оснований фундаментов сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах. .

8. Пономарев А., Акбулякова Е., Захаров А. (2024). Влияние водонасыщенности на строительные свойства элювиальных грунтов в основаниях фундаментов. Грунтоведение и основания фундаментов, 61, 371–374. https://doi.org/10.1007/s11204-024-09985-5.

9. Пономарев А., Акбулякова Е., Захаров А. (2024). Влияние водонасыщенности на строительные свойства элювиальных грунтов в основаниях фундаментов. Грунтоведение и основания фундаментов, 61, 371–374. https://doi.org/10.1007/s11204-024-09985-5.

10. Tika, T., Koninis, G., & Vranna, A. (2023). Behaviour of a building foundation on unsaturated expansive soil. E3S Web of Conferences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338207005.

11. Mohamed, W. (2024). Assessing the effects of different foundation base shapes on settlement and heaving in expansive clay: numerical analysis. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 15, 517 - 528. https://doi.org/10.1007/s43995-024-00073-1.

12. Harane, S. (2021). Comparative Structural Analysis of Raft Foundation with Different Soil Conditions. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.34218.

13. Ayuluri, S., Krishna, B., & Ramulu, D. (2017). Settlement Analysis of Piled Raft Foundation System (PRFS) in Soft Clay. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 14, 62-68. https://doi.org/10.9790/1684-1402086268.

14. Duran, I. (2017). Soil-Structure Interaction under the Effect of High Groundwater Table. Open Journal of Civil Engineering, 07, 561-569. https://doi.org/10.4236/ojce.2017.74038.

Assessment of the impact of aggressive water-saturated clay soils on slab foundations

Maksyutova E.A., Parenkina Ya.D., Gabova V.V., Klimenko V.I.
Volgograd State Technical University (VolGTU)

JEL classification: L61, L74, R53

This study developed a design model for a non-residential shopping center, including modeling and calculations of the supporting structures and subgrade. A detailed rigidity analysis of the entire building was conducted, identifying the key factors affecting its stability and durability. Particular attention was paid to the interaction of the foundation slab with the subgrade, including an assessment of its bearing capacity and consideration of subgrade settlement.

Based on the calculations, stress isofields were derived for the foundation slab, and the impact of settlement on the building's performance was assessed. The analysis results predicted the most heavily loaded areas, enabling the development of recommendations for optimizing design solutions to reduce uneven settlement. The results can be used to improve the reliability and safety of the shopping center's performance, as well as to validate design solutions and requirements for the construction of similar facilities.

Keywords: aggressive soils, clay soils, foundation reliability, foundations, slab foundations, waterproofing, foundation protection, suffusion, durability, settlement calculation, deformations, subsidence.

References

1. Parenkina, Ya. D. The influence of the aggressiveness of water-saturated clayey soils on the surface of slab foundations / Ya. D. Parenkina // Actual problems and prospects for the development of the construction complex: collected papers of the International scientific and practical conference, Volgograd, December 11-12, 2024. - Volgograd: Volgograd State Technical University, 2024. - Pp. 50-53. - EDN SUGSTE.
2. Probabilistic methods of structural mechanics and reliability theory of building structures: a tutorial / V. A. Pshenichkina, G. V. Voronkova, V. V. Drozdov [et al.]. - Volgograd: VolGTU, 2021. - Part 2 - 2021. - 98 p. - ISBN 978-5-9948-4200-3. — Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: https://e.lanbook.com/book/288551 (date of access: 11/29/2024). — Access mode: for the author from. users.
3. Ledenev, V. V. Deformation and destruction of bases, foundations, building materials and structures (theory, experiment): monograph / V. V. Ledenev. — Tambov: TSTU, 2021. — 468 p. — ISBN 978-5-8265-2300-1. — Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: https://e.lanbook.com/book/320492 (date of access: 11/29/2024). — Access mode: for authorization. Users
4. SP 20.13330.2016. Code of Practice. Loads and Impacts. Updated version of SNiP 2.01.07-85* (approved by Order of the Ministry of Construction of Russia dated 03.12.2016 N 891/pr) (as amended on 30.12.2020)
5. SP 22.13330.2016. Code of Practice. Foundations of Buildings and Structures. Updated version of SNiP 2.02.01-83* (with Amendments No. 1, 2, 3) Code of Practice dated December 16, 2016 No. 22.13330.2016 (approved by Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 3, 2016 No. 970/pr) (as amended on June 17, 2017)
6. Koretskaya G., Koretsky D. (2015). Analysis of the influence of man-made and natural factors on the foundation settlements of buildings and structures of the Belovskaya GRES. .
7. Filimonov E., Ustinov A. (2011). Effective technologies for the device of foundation bases for structures on weak water-saturated clay soils. .
8. Ponomarev A., Akbulyakova E., Zakharov A. (2024). Influence of water saturation on the construction properties of eluvial soils in foundation bases. Soil Science and Foundations, 61, 371–374. https://doi.org/10.1007/s11204-024-09985-5.
9. Ponomarev, A., Akbulyakova, E., Zakharov, A. (2024). Influence of water saturation on the construction properties of eluvial soils in foundation bases. Soil Science and Foundations, 61, 371–374. https://doi.org/10.1007/s11204-024-09985-5.
10. Tika, T., Koninis, G., & Vranna, A. (2023). Behaviour of a building foundation on unsaturated expansive soil. E3S Web of Conferences. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338207005.
11. Mohamed, W. (2024). Assessing the effects of different foundation base shapes on settlement and heaving in expansive clay: numerical analysis. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 15, 517 - 528. https://doi.org/10.1007/s43995-024-00073-1.
12. Harane, S. (2021). Comparative Structural Analysis of Raft Foundation with Different Soil Conditions. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology. https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.34218.
13. Ayuluri, S., Krishna, B., & Ramulu, D. (2017). Settlement Analysis of Piled Raft Foundation System (PRFS) in Soft Clay. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 14, 62-68. https://doi.org/10.9790/1684-1402086268.
14. Duran, I. (2017). Soil-Structure Interaction under the Effect of High Groundwater Table. Open Journal of Civil Engineering, 07, 561-569. https://doi.org/10.4236/ojce.2017.74038.

Исследование эксплуатационных показателей автомобильной дороги на автоматических пунктах весогабаритного контроля

Пекин Никита Александрович
аспирант кафедра Транспортных систем и дорожно-мостового строительства, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ni.pek@mail.ru,

Клековкина Мария Петровна
канд. техн. наук, доцент кафедры Транспортных систем и дорожно-мостового строительства, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, mklekovkina@lan.spbgasu.ru,

Евтюков Станислав Сергеевич
д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой Транспортных систем и дорожно-мостового строительства, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, sevtyukov@lan.spbgasu.ru

Статья посвящена исследованию эксплуатационных показателей автомобильной дороги на автоматических пунктах весогабаритного контроля (АПВГК). В ходе работы проведён анализ зарубежных научных источников, выявивший ключевые факторы, влияющие на эксплуатационные показатели автомобильной дороги: динамика транспортного средства (скорость, траектория, маневрирование), температура дорожного покрытия, состояние дорожной одежды. Практическая часть исследования базируется на результатах натурных измерений глубины колеи на нескольких участках автомобильных дорог с АПВГК. Измерения проводились на различных расстояниях до и после силовых модулей. Анализ полученных данных позволил выявить устойчивые зоны локальных деформаций дорожного покрытия в непосредственной близости от датчиков, где глубина колеи достигает максимальных значений. Установлено, что интенсивное колееобразование в этих зонах связано с перераспределением нагрузок между осями при проезде грузовых транспортных средств и изменением скоростного режима на подходах к пункту контроля. На основе проведённых исследований автором обоснована необходимость совершенствования конструкций дорожной одежды в местах установки датчиков с учётом факторов снижения скорости и перераспределения нагрузок.

Ключевые слова: автомобильная дорога, автоматический пункт весогабаритного контроля, АПВГК, эксплуатационные показатели, колея, глубина колеи.

Введение

На колееобразование конструкции дорожной одежды на участках размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля (АПВГК) влияют различные факторы, которые требуют учёта при конструировании и проектировании дорожных одежд, что позволит повысить долговечность конструкций дорожных одежд, транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог, а также точность взвешивания транспортных средств. Эти факторы связаны с особенностями эксплуатации дорог в зоне АПВГК, влияния окружающей среды, а также индивидуальные факторы характерные для каждого АПВГК в частности.

Литературный обзор

Краковский Университет Науки и Технологии и Гданьский Политехнический Университет провели исследование [1], в котором описывают, что точность показаний взвешивания сильно зависит от двух факторов: температуры дорожного покрытия и скорости движения автомобиля. Исследователи утверждают, что дорожное покрытие является не просто "местом установки" датчика, а неотъемлемой частью измерительной системы. Свойства покрытия (которые меняются с температурой и скоростью нагрузки) напрямую влияют на результат взвешивания. Авторы разделяют погрешность измерений на две составляющие: внутренняя погрешность датчика и внешняя погрешность датчика. Благодаря полевым испытаниям на трех автоматических пунктах весового и габаритного контроля в Польше, стало известно, что полимерные датчики при изменении температуры покрытия автомобильной дороги давали погрешность в ~50%, тогда как кварцевые и тензометрические датчики при изменении температуры давали погрешность в ~3%. При изменении скорости прохождения транспортным средством автоматического пункта весового и габаритного контроля (55 и 85 км/ч) погрешность составляла ~4% и ~1% соответственно.

Авторы [2] разделяют вклад в общую погрешность таким образом: внутренняя ошибка датчика от -12% до +2%, внешняя ошибка – от -25% до +25%. Анализируя полученные результаты, авторы утверждают, что основной проблемой является взаимодействие «датчик – дорожное покрытие». Изменение жесткости асфальта приводит к изменению распределения напряжений, что и вносит ошибку в измерения.

Исследователи из Университета Бельско-Бяле и Силезского Политехнический университета [3] утверждают, что на точность взвешивания на пунктах автоматического весового и габаритного контроля влияют траектория и динамика движения транспортного средства. Авторы провели тестовые заезды, на которых учитывали влияние траектории, влияние динамики движения и влияние смены траектории в момент прохождения датчика. Результаты измерений говорят о следующем:

- при траектории движения транспортного средства у правого края полосы ошибка в измерении веса достигает 10%;
- проезд по датчикам взвешивания с изменением скорости движения показал значительный разброс показаний нагрузки на ось транспортного средства. при торможении в момент проезда датчика передняя ось перегружалась (погрешность достигала +15%), а при ускорении недогружалась (погрешность -15%) по сравнению сос статическим весом;
- маневр перестроения при прохождении датчика взвешивания не привел к превышению допустимой погрешности, благодаря дублирующему датчику, однако ошибка в измерениях нагрузки на отдельные оси достигла 5%.

Исследователи из Румынии в научной статье [4] утверждают, что на точность систем автоматического весового и габаритного контроля влияют множество факторов: температура покрытия, динамические колебания ТС (подвеска, шины, скорость), неровность дороги, износ самого покрытия.

Республика Корея [5] при внедрении автоматических пунктов весового и габаритного контроля столкнулась со следующими проблемами:

- Единые ограничения по весу. В Корее ограничения жёсткие: 10 т на ось, 40 т на общий вес (GVW). В США ограничения зависят от типа ТС, количества осей, что гибче и точнее. В Корее допускается 10% допуск, что де-факто разрешает перегруз до 44 т, а также приводит к большей погрешности при взвешивании в движении.
- Отсутствие детальных стандартов. Корейские стандарты для Интеллектуальных Транспортных Систем не содержат количественных рекомендаций по температуре, скорости и другим факторам, влияющим

на точность взвешивания в то время, как американские и европейские нормативы дают чёткие рекомендации.

- Качественные, а не количественные рекомендации. Например, в корейском стандарте нет конкретных цифр по рабочей температуре или скорости, только общие указания.

Также при эксплуатации автоматического пункта весового и габаритного контроля в Республике Корея были выявлены погрешности при взвешивании транспортных средств. Основные факторы, которые влияют на точность:

- Траектория движения. Нормальное движение: погрешность при измерении полного веса ±6%, массы передней оси ±10%. Аномальное движение (съезд, смещение):
  - При съезде: ошибка до 20% (система переоценивает вес).
  - При частичном наезде: недооценка веса на 5%.
- Влияние класса подъемных осей. Водители часто манипулируют ими, чтобы избежать контроля. Это приводит к недооценке веса на этих осях и искажению полной массы ТС. Анализ показал, что ошибка подъемной оси сильнее влияет на общую погрешность.

Исследователи из Федерального Университета Санта-Катарины (Бразилия) и Научно-Технического Института Транспорта, Развития и Сетевого Взаимодействия (Франция) [6] утверждают, что существующие модели часто не учитывают сложное взаимодействие между датчиком и дорожным полотном, в которое он установлен. Датчик реагирует не только на прямое давление, но и на изгиб и деформацию окружающего его асфальта. Сигнал имеет длинный "хвост", что указывает на то, что датчик реагирует на прогиб полотна еще до наезда колеса и долго после его съезда.

Также Федеральный Университет Санта-Катарины проводил другое исследование [7], в рамках которого авторы изучали, когда необходимо устанавливать датчики автоматической системы весового и габаритного контроля для того, чтобы достичь максимальной точности взвешивания. Авторы утверждают, что успешная работа автоматической системы весового и габаритного контроля напрямую зависит от качества и стабильности дорожного полотна, в которое она встроена. Установка датчиков на свежее, не уплотнившееся полотно приводит к быстрой потере точности из-за просадок и изменения механических свойств. Исследование показало, что в течение примерно 95-100 дней после открытия движения прогибы на участках исследования значительно уменьшились и стабилизировались на уровне около 10 x 10^{-2} мм.

Исследование, проведенное в Норвежском Университете Науки и Технологии [8] утверждает, что основными факторами, влияющими на точность измерения это изменение эксплуатационных характеристик дорожного покрытия, динамическое влияние транспортного средства (ускорение, замедление, траектория движения), потеря чувствительности самими датчиками в связи со временем их использования. Самым влиятельным фактором авторы посчитали влияние окружающей среды (температура воздуха, температура покрытия, наличие осадков).

В Российской Федерации к проектированию и эксплуатации пунктов автоматического весового и габаритного контроля до определенного момента не предъявлялось никаких дополнительных требований. Однако 01.08.2022 г. был опубликован ПНСТ 663-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Пункты весового и габаритного контроля транспортных средств. Требования к проектированию». С 01.08.2025 года данный документ является недействующим. На основании ПНСТ был опубликован национальный стандарт Российской Федерации «Дороги автомобильные общего пользования. Пункты весового и габаритного контроля транспортных средств. Требования к проектированию». Данный стандарт регламентирует основные требования, предъявляемые к проектированию планового положения пункта, положения датчиков в покрытии непосредственно на самом пункте, проектированию типов дорожной одежды, элементов благоустройства и к эксплуатационным показателям участкам дорог с пунктом автоматического весового и габаритного контроля при вводе в эксплуатацию.

Одним из основных нововведений в проектировании дорожной одежды является введение дополнительного коэффициента Кдоп при расчете по допускаемому упругому прогибу.

$$E_{общ} \geq E_{min} \times K_{пр}^{тр} \times K_{доп} \quad (1)$$

где $E_{общ}$ - общий модуль упругости на поверхности покрытия дорожной одежды, определяется по ГОСТ Р 71404;

$K_{пр}^{тр}$ – требуемый коэффициент прочности, назначается по ГОСТ Р 71404;

$K_{доп}$- дополнительный коэффициент $K_{доп}$ для дорожной одежды определяемый по таблице 5 данного стандарта.

Результаты обследования АПВГК

Основной проблемой всех пунктов автоматического весового и габаритного контроля является прямая зависимость от эксплуатационных показателей автомобильной дороги.

В качестве объекта исследования были выбраны несколько участков автомобильной дороги с пунктами автоматического весового и габаритного контроля. Каждый участок состоит из двух полос движения и четырех силовых модулей (по два в каждую сторону), которые измеряют нагрузку от одной оси транспортного средства. Также в состав пункта автоматического весового и габаритного контроля входит П-образная опора, на которой расположены камеры фиксации государственных номеров и датчики габаритного контроля для определения проезжающего транспортного средства в определенную категорию. Для более детального анализа каждая полоса на пункте автоматического весового и габаритного контроля будет рассматриваться как отдельная автомобильная дорога с одной полосой движения.

Все рассматриваемые участки автомобильных дорог принадлежат к III технической категории автомобильных дорог согласно [9].

На рассматриваемых участках автомобильных дорог проводились замеры глубины колеи при помощи дорожной рейки. Измерения проводились на расстоянии 100, 50, 40, 30, 20, 10, 0,2 м до и после силового модуля, расположенного в покрытии автомобильной дороги. На момент проводящихся измерений автоматический пункт весового и габаритного контроля является неработоспособным и находится в эксплуатации 2 года. На основе полученных данных был построен усредненный график для всех рассматриваемых участков. Данный график представлен на рисунке 1.

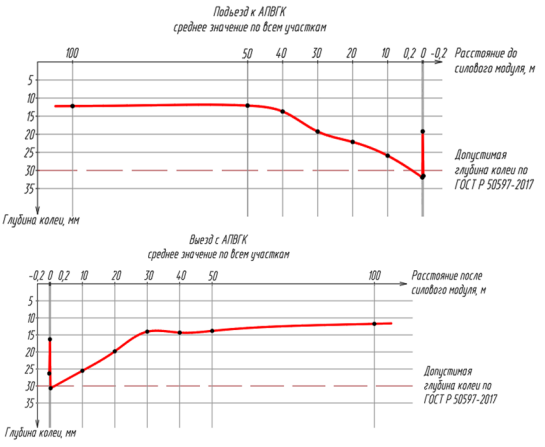


Рисунок 1. Зависимость глубины колеи от расстояния до и после силового модуля (среднее по всем участкам): a) Подъезд к АПВГК; b) Выезд с АПВГК

Основываясь на полученных данных с усредненных для всех рассматриваемых участков графиков зависимости глубины колеи от расстояния до силового модуля, можно выделить участки, на которых наблюдается максимальное изменение глубины колеи. На участке подъезда к АПВГК начиная с отметки в 50 м до силового модуля наблюдается значительное увеличение глубины колеи. На участке выезда с АПВГК с отметки в 30 м после силового модуля наблюдается самое значительное уменьшение глубины колеи. Это позволяет выделить на автомобильных дорогах с АПВГК две зоны, потенциально подверженные максимальным деформациям – зона Входа и зона Выхода. Зона Входа имеет длину в 50 м до силового модуля, зона Выхода имеет длину в 30 м после силового модуля.

Такое большое изменение глубины колеи в зоне входа и в зоне выхода может быть связано со следующими факторами:

1. Перераспределение нагрузок между осями грузовых транспортных средств в момент проезда через АПВГК. Для обхода контроля грузоперевозчики прибегают к методу, описанному в исследовании Варшавского Политехнического Университета [10], в котором автор подробно изложил метод, благодаря которому недобросовестные грузоперевозчики могут обмануть систему автоматического весового и габаритного контроля. Метод основан на изменении жесткости пневматической подвески на конкретной оси непосредственно в момент ее взвешивания. Водитель медленно заезжает осью на датчик, в этот момент резко снижает давление пневмоподушки этой оси в результате чего, часть веса, которая была на этой оси перераспределяется на соседние оси. Когда на датчик будет заезжать следующая ось, водитель проделывает тоже самое. Данные действия оказывают прямое влияние на эксплуатационные

характеристики покрытия автомобильной дороги в виду увеличения статического воздействие от транспортного средства на покрытие автомобильной дороги. Под воздействием вертикальной нагрузки происходит упругая деформация, которая приводит к явлению усталости, появлению деформации и разрушению дорожной одежды в виде углублений по полосам наката, что приводит к большой погрешности при измерении веса добросовестных грузоперевозчиков, и в худшем случае к полному выходу из строя всей системы из-за деформации датчиков.

2. Изменение скоростного режима. Поскольку АПВГК необходимо проходить со скоростью от 20 до 70 км/ч, на подъезде к пункту контроля неизбежно снижение скорости всеми видами транспортных средств, что приводит к ухудшению состояния конструкции дорожной одежды из-за динамического воздействия транспортных средств.

Вывод

Проводя анализ научных статей, можно сделать вывод, что на эксплуатационные характеристики автомобильной дороги на участках размещения АПВГК влияют такие факторы как траектория движения транспортного средства, температура покрытия, скорость движения транспортного средства, износ покрытия автомобильной дороги, время установки датчика весового контроля в покрытие автомобильной дороги, ошибки классификации транспортных средств. Для повышения транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги необходимо совершенствовать конструкцию дорожной одежды в местах установки датчика для того, чтобы снизить влияния внешних факторов.

Анализируя исследование конкретных пунктов автоматического весового и габаритного контроля, можно сделать вывод о том, что для корректного подбора конструкции дорожной одежды необходимо учитывать множество факторов, влияющих на эксплуатационные показатели автомобильной дороги. При расчете и проектировании конструкции дорожной одежды необходимо обратить внимание на участки, в границах которых имеют место влияние факторов колееобразования.

Литература

1. P. Burnos, D. Rys. The Effect of Flexible Pavement Mechanics on the Accuracy of Axle Load Sensors in Vehicle Weigh-in-Motion Systems / Piotr Burnos, Dawid Rys // Department of Measurement and Electronics, AGH University of Science and Technology / Krakow, Poland, 7 September – 2017
2. J. Gajda, P. Burnos. Temperature properties of Weigh-in-Motion systems / Janusz Gajda, Piotr Burnos // 7 International Conference on Weigh-in-Motion & PIARC workshop, Foz do Iguacu / Poland, November 2016, p. 46-55
3. A. Ryguła, A. Maczy´nski, K. Brzozowski, M. Grygierek, A. Konior. Influence of Trajectory and Dynamics of Vehicle Motion on Signal Patterns in the WIM System / Artur Ryguła, Andrzej Maczy ´nski, Krzysztof Brzozowski, Marcin Grygierek, Aleksander Konior // Department of Transport, Faculty of Management and Transport, University of Bielsko-Biala, Willowa 2, Bielsko-Biała / Poland, 26 November 2021 – 22 p.
4. A I Dontu, P D Barsanescu, L Andrusca, N A Danil. Weigh-in-motion sensors and traffic monitoring systems - Sate of the art and development trends / Andrei Ionuț Donțu, Paul Barsanescu, Liviu Andrusca, N A Danil // IOP Conference Series Materials Science and Engineering / Romania, December 2020 – 19 p.
5. Donghae LEE, Jongsuk LEE, Horyong KIM, Taesang KIM, Youngwoo JUNG, Jongwoo KIM. Challenges of Applying and Improving WIM Systems for Weight Enforcement in Republic of Korea / Donghae LEE, Jongsuk LEE, Horyong KIM, Taesang KIM, Youngwoo JUNG, Jongwoo KIM // Technology Convergence, Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight 2023 / USA, 2023 [Электронный ресурс] URL: https://hvttforum.org/wp-content/uploads/2023/12/HVTT17_paper_9757_Lee.pdf
6. G. G. Otto etc. Weigh-in-motion (WIM) sensor response model using pavement stress and deflection / Gustavo Garcia Otto, Jean-Michel Simonin, Jean-Michel Piau, Louis-Marie Cottineau, Olivier Chupin, Leto Momm, Amir Mattar Valente // Elsevier, Construction and Building Materials / 30 august 2017 – 10 p.
7. A. J. Almeida, G.G. Otto, S. R. Santillan, K.J.C. Shinohara, A. C Morossino, V. Tani, A. M. Valente. Cataloging method and evaluation of pavement structure stability for hs-wim system installation / A. J. Almeida, G.G. Otto, S. R. Santillan, K.J.C. Shinohara, A. C Morossino, V. Tani, A. M. Valente // Technology Convergence, Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight 2023 / USA, 2023 [Электронный ресурс] URL: https://hvttforum.org/wp-content/uploads/2023/12/HVTT17_paper_1210_Almeida.pdf
8. J. Gajda, R. Sroka, P. Burnos, M. Danio. Long-Term Assessment of the Properties of Load Sensors Applied in Weigh-in-Motion Systems / Janusz Gajda, Ryszard Sroka, Piotr Burnos, Mateusz Danio // Sensors / Poland, 11 April 2025 – 17 p.
9. СП 34.13330.2021. Свод правил. Автомобильные дороги. : дата введения 2021-08-10 / Москва, 2021 [Электронный ресурс] URL: https://mindortrans.su/attachments/СП_34_13330_2021__Свод_правил__Автомобильные_дороги__СНиП_2.pdf
10. Z. Lozia. Technical Feasibility of Deceit While a Vehicle is Weighed in Motion with a Very Low Speed / Zbigniew Lozia // Lozia / Poland, 26 October 2020 – 14 p.

Research of operational indicators of a road at weight in motion control points

Pekin N.A., Klekovkina M.P., Evtyukov S.S.
Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the study of the performance indicators of a highway on the APVGC. During the work, an analysis of foreign scientific sources was carried out, which revealed the key factors affecting the performance indicators of a highway: vehicle dynamics (speed, trajectory, and maneuvering), road surface temperature, and road pavement condition. The practical part of the study is based on the results of field measurements of the track depth on several sections of highways with APVGC. The measurements were conducted at various distances before and after the power modules. The analysis of the obtained data made it possible to identify stable zones of local deformation of the road surface in the immediate vicinity of the sensors, where the depth of the track reaches its maximum values. It has been established that intensive track formation in these zones is associated with the redistribution of loads between the axles when cargo vehicles pass through and the change in the speed regime on the approaches to the control point. Based on the conducted research, the author substantiates the need to improve the design of road pavement in the areas where sensors are installed, taking into account the factors of reduced speed and redistribution of loads.

Keywords: automobile road, weight in motion control point, WIM, performance indicators, track, track depth.

References

1. A. Ryguła, K. Brzozowski, A. Maczyński. Limitations of the effectiveness of Weigh in Motion systems / Artur Ryguła, Krzysztof Brzozowski, Andrzej Maczyński // De Gruyter / Poland, march – 2020 – 183 – 196 p
2. P. Burnos, D. Rys. The Effect of Flexible Pavement Mechanics on the Accuracy of Axle Load Sensors in Vehicle Weigh-in-Motion Systems / Piotr Burnos, Dawid Rys // Department of Measurement and Electronics, AGH University of Science and Technology / Krakow, Poland, 7 September – 2017
3. J. Gajda, P. Burnos. Temperature properties of Weigh-in-Motion systems / Janusz Gajda, Piotr Burnos // 7 International Conference on Weigh-in-Motion & PIARC workshop, Foz do Iguacu / Poland, November 2016, p. 46-55
4. A. Ryguła, A. Maczy´nski, K. Brzozowski, M. Grygierek, A. Konior. Influence of Trajectory and Dynamics of Vehicle Motion on Signal Patterns in the WIM System / Artur Ryguła, Andrzej Maczy ´nski, Krzysztof Brzozowski, Marcin Grygierek, Aleksander Konior // Department of Transport, Faculty of Management and Transport, University of Bielsko-Biala, Willowa 2, Bielsko-Biała / Poland, 26 November 2021 – 22 p.
5. A I Dontu, P D Barsanescu, L Andrusca, N A Danil. Weigh-in-motion sensors and traffic monitoring systems - Sate of the art and development trends / Andrei Ionuț Donțu, Paul Barsanescu, Liviu Andrusca, N A Danil // IOP Conference Series Materials Science and Engineering / Romania, December 2020 – 19 p.
6. Donghae LEE, Jongsuk LEE, Horyong KIM, Taesang KIM, Youngwoo JUNG, Jongwoo KIM. Challenges of Applying and Improving WIM Systems for Weight Enforcement in Republic of Korea / Donghae LEE, Jongsuk LEE, Horyong KIM, Taesang KIM, Youngwoo JUNG, Jongwoo KIM // Technology Convergence, Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight 2023 / USA, 2023 [Электронный ресурс] URL: https://hvttforum.org/wp-content/uploads/2023/12/HVTT17_paper_9757_Lee.pdf
7. G. G. Otto etc. Weigh-in-motion (WIM) sensor response model using pavement stress and deflection / Gustavo Garcia Otto, Jean-Michel Simonin, Jean-Michel Piau, Louis-Marie Cottineau, Olivier Chupin, Leto Momm, Amir Mattar Valente // Elsevier, Construction and Building Materials / 30 august 2017 – 10 p.
8. A. J. Almeida, G.G. Otto, S. R. Santillan, K.J.C. Shinohara, A. C Morossino, V. Tani, A. M. Valente. Cataloging method and evaluation of pavement structure stability for hs-wim system installation / A. J. Almeida, G.G. Otto, S. R. Santillan, K.J.C. Shinohara, A. C Morossino, V. Tani, A. M. Valente // Technology Convergence, Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight 2023 / USA, 2023 [Электронный ресурс] URL: https://hvttforum.org/wp-content/uploads/2023/12/HVTT17_paper_1210_Almeida.pdf
9. J. Gajda, R. Sroka, P. Burnos, M. Danio. Long-Term Assessment of the Properties of Load Sensors Applied in Weigh-in-Motion Systems / Janusz Gajda, Ryszard Sroka, Piotr Burnos, Mateusz Danio // Sensors / Poland, 11 April 2025 – 17 p.
10. SP 34.13330.2021. Svod pravil. Avtomobylnye dorogi. : data vvedenia 2021-08-10 / Moskva, 2021 [Elektronnyi resurs]. URL: https://mindortrans.su/attachments/СП_34_13330_2021__Свод_правил__Автомобильные_дороги__СНиП_2.pdf
11. Z. Lozia. Technical Feasibility of Deceit While a Vehicle is Weighed in Motion with a Very Low Speed / Zbigniew Lozia // Lozia / Poland, 26 October 2020 – 14 p.

«Пашский перевоз»: размещение пассажирских дебаркадеров как фактор градостроительного развития территорий на реках Паша, Свирь и части мариинской водной системы

Перов Алексей Фёдорович
старший преподаватель, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, perov.af@mail.ru,

Завьялова Елена Викторовна
ассистент, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, lena197422@gmail.com

Статья посвящена роли рек Свирь и Паша, а также Мариинской водной системы в градостроительном и экономическом развитии Северо-ЗападаРоссии — от дореволюционного периода до современности.
В статье прослеживается историческая эволюция речного транспорта в регионе. Обосновывается туристический потенциал дестинации «Пашский перевоз» и возможность возрождения водного сообщения, как программы развития территорий. В статье раскрываются градостроительные преимущества размещения современных дебаркадеров вдоль рек Свирь и Паша.
Ключевые слова. Градостроительное развитие, р. Свирь, р. Паша, Мариинская водная система, дебаркадеры, туристическая дестинация.

Речные артерии Северо-Запада России – река Свирь, её приток Паша и Мариинская водная система – исторически служили важными транспортными коридорами. Развитие речного флота и размещение дебаркадеров напрямую влияли на градостроительное развитие прилегающих территорий. В дореволюционный период Мариинская водная система (создана в начале XIXвека), включающая реки Свирь, Пашу и другие, обеспечивала связь между внутренними регионами России и Санкт-Петербургом. Эта система включала в себя шлюзы, каналы, причалы. По рекам Паша и Свирь перевозили лес, зерно, товары для Санкт-Петербурга. Речной флот состоял из парусных и паровых судов. На Свири действовали пароходства, обслуживающие пассажирские и грузовые линии. Дебаркадеры (плавучие причалы) размещались в ключевых точках: Лодейное поле, Подпорожье, Свирица, Пашский перевоз. Они служили для посадки-высадки пассажиров, перегрузки товаров. В советский период, в XX веке Свирь и Паша оставались важными транспортными артериями:

- В 1930-х годах Свирь вошла в состав Волго-Балтийского водного пути, что увеличило грузопоток.
- На реках Свирь и Паша развивалось пассажирское сообщение – курсировали теплоходы, связывавшие прибрежные населённые пункты.
- Дебаркадеры модернизировались: появились стационарные конструкции с навесами, кассами и залами ожидания. Они располагались в Лодейном Поле, Вознесенье, Свирице, Пашском перевозе (Рис.1,2) и др. населённых пунктах.

Рис. 1, 2

- Река Паша использовалась для лесосплава и местных перевозок. В Пашском перевозе дебаркадер обслуживал пассажиров, не только стремящихся попасть в прибрежные населённые пункты, но и просто переправлявшихся через реку.

С 1990-х годов речное сообщение сократилось:

- Пассажирские перевозки стали нерентабельными, многие дебаркадеры демон-тировали или оставили без обслуживания.
- Грузовые перевозки сохранились, но в меньших объёмах.
- Инфраструктура пришла в упадок: причалы разрушались, суда списывались. Причиной этих изменений во многом стало развитие системы автомобильных дорог, обеспечивающей круглогодичную связь с различными населёнными пунктами.

Пашский Перевоз, Надкопанье, водная система, соединяющая Старо-ладожский и Ново-ладожский каналы с реками Паша и Свирь, выход в Ладогу, действующие и выведенные из разряда действующих маяки (Рис. 3 - 5) — исторические объекты, памятники истории и культуры. Восстановление водного сообщения здесь, как элемента туристической дестинации, может стать драйвером развития территорий.

Рис.3-5

Александровские маяки в посёлке Свирица (Волховский район Ленинградской области) — важные исторические и культурные объекты, связанные с развитием водных путей в XIX веке. Они установлены на входе в Ново-Свирский канал, который был построен в 1878–1882 годах и стал частью Мариинской водной системы, соединяющей бассейн Волги с Балтийским морем. Канал прорыт в обход Ладожского озера для безопасности судоходства.

Это Белый и Красный маяки. Они находятся на разных берегах канала и служат ориентиром для судов, входящих в канал. Белый маяк расположен слева, Красный — справа. Высота маяков — около 12 метров. Они внешне идентичны, но отличаются надписями на створных знаках. На Белом маяке сохранилась надпись: «Начат в 1878 году в царствование Императора Александра II, окончен в 1882 году в царствование Императора Александра III». Маяки названы Александровскими в честь двух императоров: при Александре II началось строительство канала, а при Александре III оно было завершено. Сооружали маяки инженеры во главе с Дмитрием Ивановичем Журавским — известным инженером-железнодорожником.

Александровские маяки — не просто навигационные сооружения, но и памятники, связанные с важным этапом развития транспортной инфраструктуры Российской империи. Их строительство было частью масштабного проекта по созданию каналов, которые упрощали и ускоряли перевозку грузов. Открытие канала в 1883 году стало значимым событием, в котором участвовали император Александр III и императрица Мария Фёдоровна.

До недавнего времени маяки находились в запустении, но в 2017 году их привели в порядок и заново выкрасили.

Можно с полной уверенностью утверждать, что маяки не только технические сооружения, но и часть культурного ландшафта региона. Они отражают инженерное мастерство XIX века, исторические связи местности с императорской Россией и важность водных путей для экономики и быта населения. Эти объекты привлекают туристов, интересующихся историей и архитектурой, и способствуют сохранению памяти о прошлом региона.

При разработке генеральных планов развития территории (например, Свирицкого сельского поселения) необходимо учитывать статус маяков как объектов культурного наследия. Это накладывает определённые ограничения на строительство и хозяйственную деятельность в их окрестностях, но также создаёт возможности для создания зон с особым режимом использования. Например, можно предусмотреть создание пешеходных маршрутов, связывающих маяки с другими достопримечательностями, или развитие набережной вдоль канала.

В приказе комитета по культуре Ленинградской области от 2019 года установлены границы и режим использования территории объекта культурного наследия «Два памятника-маяка, сооружённые в честь строительства Ладожского канала». Это требует координации градостроительных решений с органами охраны памятников, но также обеспечивает сохранение исторического облика местности.

Маяки могут стать базой для образовательных и культурных проектов. Также возможно создание музея или выставочного пространства, посвящённого истории Ново-Свирского канала, маяков и их роли в развитии водных путей. Это позволит глубже раскрыть значение объектов и их связь с прошлым региона, а так же будет способствовать повышению интереса к истории и культуре местности среди местного населения и гостей. Размещение музея возможно как на дебаркадере, что будет производить ещё большее впечатление на посетителей и туристов следующих по маршруту дестинации «Пашской перевоз», так и в зоне пешеходной доступности и маяков, и дебаркадера.

Туристический потенциал дестинации «Пашский перевоз», на её водном этапе сможет быть раскрыт в наибольшей степени благодаря развёртыванию сети дебаркадеров позволяющих восстановить исторические связи прибрежных населённых пунктов, что ещё живо в памяти местного населения и может быть воспринято как возрождение традиций; помимо этого, позволит упорядочить, придать большую значимость и повысить популярность экологического туризма, а так же туризма связанного с любительскими рыболовством и охотой; а так же ближе познакомиться с живописными ландшафтами и историческими объектами.

Размещение современных, многофункциональных дебаркадеров в селе Паша, бывшем Пашском Перевозе, а так же в известных точках историко-кудьтурной привлекательности и расположения значимых архитектурных объектов, вдоль нижнего течения Паши и Свири, сформирует ряд градостроительных преимуществ и даст следующие эффекты:

1. Развитие инфраструктуры:
   - строительство причалов, зон отдыха, кафе и сувенирных лавок;
   - создание пешеходных и велосипедных дорожек вдоль берега.
2. Стимулирование малого бизнеса:
   - появление гостевых домов, кемпингов, пунктов проката лодок (что уже активно осуществляется индивидуальными предпринимателями);
   - развитие услуг егерей, гидов и экскурсоводов.
3. Сохранение наследия:
   - реставрация исторических дебаркадеров или создание реплик в стиле XIX–XX веков;
   - музеефикация речных судов и оборудования.
4. Улучшение транспортной доступности:
   - водный транспорт может стать альтернативой автомобильным дорогам в сезон паводков;
   - связь с другими участками Волго-Балтийского пути.

Градостроительное развитие станет причиной экономических и социальных достижений:

- создание рабочих мест в сфере туризма, судоходства и обслуживания;
- привлечение инвестиций в инфраструктуру и благоустройство;
- повышения качества жизни за счёт развития услуг и коммуникаций;- рост доходов бюджета от туризма и налогов.

В основе восстановления водного сообщения станет реализация туристической дестинации «Пашский перевоз», её водная часть маршрута. Становление и развитие соответствующей речной инфраструктуры, от размещения дебаркадеров, пристаней и восстановления навигационных знаков, до расширения береговой инфраструктуры, позволит использовать её и в других туристических маршрутах (например – сплав по реке Паша) и различных общественных мероприятиях (например – празднование дня Ивана Купалы, дня Нептуна и пр., а так же проведение ярмарок и соревнований в прикладных видах спорта).

Для решения поставленных задач потребуются такие мероприятия как:

- Инвентаризация существующей инфраструктуры, включая:
  - обследование берегов Паши и Свири, на предмет пригодности для размещения причалов и дебаркадеров;
  - оценка состояния сохранившихся дебаркадеров.

– Проектирование:

- разработка маршрутов туристических и пассажирских перевозок (например – водная часть дестинации «Пашский перевоз», Пашский Перевоз — Лодейное Поле — Вознесенье. Пашский перевоз – Свирица – Сторожно);
- выбор типов дебаркадеров (плавучие или стационарные) с учётом глубины реки и ледохода.

– Финансирование:

- партнёрство с частными инвесторами и круизными компаниями;
- привлечение средств из федеральных программ развития туризма (например, нацпроекта «Туризм и индустрия гостеприимства»).

- Соблюдение санитарных норм и экологических требований:
  - использование экологичных судов (электрических или гибридных);
  - оборудование причалов системами сбора отходов и стоков.

– Продвижение и реклама:

- включение маршрутов в туристические карты и приложения;
- организация фестивалей и событий у дебаркадеров (ярмарки, концерты).

История речного флота на Свири и Паше демонстрирует, что водный транспорт был основой развития этих территорий. Реализация проекта туристической дестинации «Пашский перевоз», а именно её водная часть маршрута, послужит толчком к восстановлению пассажирского сообщения по водным просторам начала Мариинской водной системы, а

так же стимулирует развитие других, смежных видов туризма, что несомненно станет обоснованной мотивацией устойчивого градостроительного развития. Размещение сети современных дебаркадеров в нижнем течении рек Паша и Свирь, сможет возродить традицию водных сообщений и переправ, превратив реки в ось градостроительного и туристического развития. Это позволит:

- сохранить историческое наследие;
- создать новые точки притяжения для туристов;
- улучшить качество жизни местных жителей.

Реализация водной части туристического маршрута «Пашский перевоз», как и всей дестинации в целом требует комплексного подхода, объединяющего усилия властей, бизнеса и общества, но его результаты способны дать импульс развитию всего региона.

Литература

1. М.Б. Биржаков. Правовое регулирование туристической деятельности. СПб.: НП «Изд. «Невский Фонд», 2011.
2. Р.Р. Тимиргалеева, И.Ю. Гришин, М.В. Матюнина, М.А. Шостак, В.А. Фастунова. Развитие туристских дестинаций : модели, методы, инструменты. Монография – Электрон. дан. (3,42 Мб). – Майкоп: ЭлИТ, 2020. – 292 с.
3. Н.А. Гончарова. Развитие туристической дестинации. Томск. Изд. ТПУ. 2010. - С.С. Николаев. Стратегия формирования единого туристического пространства в регионе (На примере Санкт-Петербурга и ленинградской области): автореф.дис. К.З.Н. – СПб., 2000.
4. А.А. Рябцев. Некоторые подходы к определению системообразующих факторов развития дестинации. Вестник СГУТиКД. – 2011. - №4(18). – Сочи.
5. Т.А. Себекина. Формирование комплекса продвижения туристических услуг дестинации : На примере Камчатки : автореф. дис. ... к.э.н. — М., 2006.
6. Кодекс внутреннего водного транспорта РФ, статья 3.
7. **Приказ Минтранса РФ от 1 ноября 2017 года №470. «Правила учёта плавучих объектов»**

"Pashsky transportation": placement of passenger debarcaders as a factor in the graduation development of territories on the pasha, svir rivers and parts of the mariinsky water system.

Perov A.F., Zavyalova E.V.
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the role of the Svir and Pasha rivers, as well as the Mariinsky water system, in the urban planning and economic development of North-West Russia, from the pre-revolutionary period to the present day. The article traces the historical evolution of river transport in the region. The article substantiates the tourism potential of the Pashsky Perevoz destination and the possibility of reviving water transport as a development program for the region. The article reveals the urban planning advantages of placing modern debarquades along the Svir and Pasha rivers.

Keywords: Urban planning development, Svir River, Pasha River, Mariinsky Water System, waterfronts, tourist destination.

References

1. M.B. Birzhakov. Legal regulation of tourist activities. St. Petersburg: NP "Nevsky Fond" Publishing House, 2011.
2. R.R. Timirgaleeva, I.Yu. Grishin, M.V. Matyunina, M.A. Shostak, V.A. Fastunova. Development of tourist destinations: models, methods, tools. Monograph - Electronic data (3.42 MB). - Maykop: ElIT, 2020. - 292 p.
3. N.A. Goncharova. Development of a tourist destination. Tomsk. TPU Publishing House. 2010. - S.S. Nikolaev. Strategy for the formation of a single tourist space in the region (On the example of St. Petersburg and the Leningrad region): author's abstract of dissertation. K.Z.N. – St. Petersburg., 2000. 4. A. A. Ryabtsev. Some approaches to defining system-forming factors of destination development. Bulletin of SGUTiKD. – 2011. - No. 4 (18). – Sochi. 5. T. A. Sebekina. Formation of a complex of promotion of tourist services of a destination: On the example of Kamchatka: author's abstract. diss. ... candidate of economic sciences. – Moscow, 2006.
6. Inland Water Transport Code of the Russian Federation, Article 3.
7. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated November 1, 2017 No. 470. "Rules for registration of floating objects"

Сторожно-заключительный этап туристической дестинации "Пашский перевоз"

Перов Алексей Фёдорович
старший преподаватель, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, perov.af@mail.ru,

Завьялова Елена Викторовна
ассистент, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет, lena197422@gmail.com

Статья посвящена деревне Сторожно (Волховский р-н, ЛО), как заключительному этапу туристической дестинации «Пашский перевоз». В работе раскрывается туристический потенциал места, объединяющего природную красоту, богатую историю и культурно-историческое наследие Северо-Запада России.
В статье подробно рассматриваются ключевые достопримечательности деревни Сторожно. Особое внимание уделено маршруту прибытия водным путём по рекам Паша и Свирь с богатой экосистемой и пиратскими преданиями XV–XVI веков.
Ключевые слова: Сторожно, Пашский перевоз, Николо-Стороженский монастырь, Стороженский маяк, Загубская губа, Ладожское озеро, водный туризм, паломнический туризм, туристическая дестинация, развитие инфраструктуры, вертолётные экскурсии, Мариинская водная система.

Деревня Сторожно в Волховском районе Ленинградской области — уникальный туристический объект, который может стать финальным этапом маршрута «Пашский перевоз». Это место сочетает богатую историю, архитектурные памятники, природную красоту и возможности для активного отдыха. Особое преимущество — возможность осмотреть окрестности с высоты на вертолёте и вернуться на аэродром «Манихино», в начальную точку маршрута. Название деревни связано со сторожевыми постами, которые располагались вдоль реки Свирь ещё в эпоху Новгородской республики в XII – XV в.в. Эти посты защищали северные рубежи Руси от набегов неприятелей.

В XVI веке на этом месте был основан Николо-Стороженский монастырь. По преданию, его основал раскаявшийся разбойник Киприан Стороженский. Согласно легенде, он попал в шторм на Ладожском озере и поклялся построить храм в честь Святого Николая, покровителя моряков, если выживет. После спасения Киприан основал монастырь и стал его первым игуменом. В 1764 году при Екатерине II монастырь был упразднён, а братия отправлена в Александро-Свирский монастырь. После 1917 года церковь разграбили и закрыли. Реставрационные работы начались в 2000-х годах. На сегодняшний день, Николо-Стороженский монастырь (Киприано-Стороженский Никольский мужской монастырь) — объект-памятник истории, культуры и архитектуры, федеральный объект культурного наследия. Главный храм комплекса — церковь во имя Святителя Николая Чудотворца, построенная в 1595 году. Это единственный сохранившийся на берегу Ладоги памятник древнего зодчества (Рис.1-5). В храме хранятся иконы и частицы святых мощей. На территории монастыря расположена Гробница преподобного Киприана Стороженского. Главная святыня обители. Над могилой преподобного была срублена часовня, разрушенная после революции, но восстановленная в 2011 году.

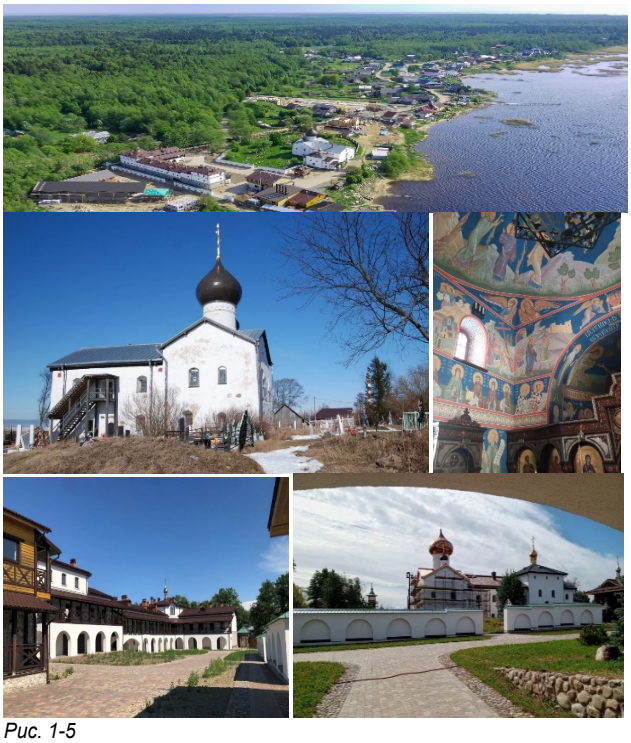


Рис. 1-5

Прибытие водным путём по реке Паша и Свири в деревню Сторожно — кульминационный этап туристического маршрута «Пашский перевоз». Этот путь позволяет не только насладиться живописными пейзажами, но и глубже погрузиться в историю региона, связанную с водными путями, монастырями и природными достопримечательностями. После ознакомления с развитой системой естественных и рукотворных водных путей начала Мариинской системы, при слиянии рек Паша и Свирь и ознакомлением с её узловыми точками и действующими по сей день навигационными объектами, каждый из которых является историко-культурным и архитектурным памятником, происходит впечатляющий

выход в открытую Ладогу и огибая Стороженский мыс, прибытие в Сторожно, расположенное на берегу Ладожского озера (Рис.6).

Рис.6.

По пути, помимо рукотворных объектов можно увидеть живописные песчаные обрывы, острова, старицы и перекаты. В районе Загубья, у устья Свири, расположена Загубская губа — это залив реки Свирь, расположенный, недалеко от деревни Загубье. Этот объект так же представляет интерес для туристов благодаря сочетанию природных, исторических и рекреационных особенностей.

Согласно преданиям, Загубская губа в прошлом была тайной гаванью, где в те далёкие времена – XV-XVI в.в., обосновались пираты. Эти места связаны с историей водных путей и торговли, так как расположены в районе устья Свири, откуда суда выходили в Ладожское озеро. По одной из версий, основатель Николо-Стороженского монастыря, Киприан, сам занимался разбойничьим промыслом в этих местах, пока судьба не свела его с Адрианом Ондрусовским, который лично постриг его в монахи. Так, предводитель (пахан) пиратов Козьма стал смиренным иноком Киприаном, и основал на месте бандитской малины на Стороженском мысу монашескую обитель.

Загубская губа соединена протокой с рекой Свирь и окружена болотами и лугами. Площадь акватории составляет около 13 км². Летом значительная часть поверхности зарастает растительностью. Берега преимущественно заболоченные, что создаёт условия для временного обитания мигрирующих птиц. Мелководья, бухты служат местом нереста и нагула промысловых видов рыб: леща, щуки, язя, судака, налима, окуня, плотвы, карася и других. Благодаря особенностям местности вода здесь может прогреваться летом до 25 °C (Рис.7).

Загубская губа входит в состав водно-болотного угодья международного значения «Устье реки Свирь, включая Государственный природный заповедник „Нижне-Свирский“». Эта территория охраняется в соответствии с Рамсарской конвенцией.

Рис.7.

(**Рамсарская конвенция** (англ. *Ramsar Convention*; или **Конвенция о водно-болотных угодьях**, *Convention on Wetlands*, полное название — **Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение главным образом в качестве местообитаний водоплавающих птиц**, *The Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat*) была принята 2 февраля 1971 года в городе Рамсар, Иран[1]. В тот момент была подписана представителями 7 государств, вступила в силу в декабре 1977 года.

Рис.8. Рис.9. Рис.10.

В Загубье находится церковь Преображения Господня — каменный храм, построенный в 1825–1829 годах на средства прихожан (Рис.8,9). До 1917 года приход церкви включал 4 деревни. В 1936 году был арестован священник, и церковь перестала действовать. В 1997 году её вернули верующим, но из-за разрушения здания богослужения прекратились. Сегодня храм находится в руинированном состоянии (Рис.10).

В самом Сторожно, помимо активно возрождающегося Киприано-Стороженского Никольского мужского монастыря, туристов ждёт встреча с уникальным Стороженским маяком. Это действующий маяк высотой 71 метр, построенный в 1911 году. Он является седьмым по высоте «традиционным» маяком в мире и вторым в России (Рис.11).

Рис.11.

Маяк расположен на Стороженском мысу, который отделяет Свирскую губу от Волховской. Внутри маяка 399 ступеней винтовой лестницы, ведущей к смотровой площадке с панорамным видом на Ладогу и окрестности.

Нельзя не упомянуть и о памятнике «Памяти рыбакам д. Сторожно» - мемориал, посвящённый рыбакам деревни Сторожно, погибших в бурных водах Ладоги (Рис.12).

Рис.12.

Пичин камень – ещё одна достопримечательность дестинации. Он расположен в Волховском районе Ленинградской области, на берегу Ладожского озера, в урочище Пичин камень,что находится восточнее Стороженского мыса, недалеко от деревни Сторожно. По местным преданиям, этот крупный плоский валун считается древним жертвенником. Существует легенда, что над ним иногда возникает свечение. Этимология названия камня трактуется как производное от «Птичий камень».

Прибытие в Сторожно водным путём завершает маршрут «Пашский перевоз», объединяя несколько ключевых тем:

- **Историю водных путей и торговли.** Река Паша и Свирь были важными артериями для перемещения товаров, а Сторожно — стратегическим пунктом контроля.
- **Предание о раскаянии.** Легенда о разбойнике Киприане, ставшем основателем монастыря, и посещение монастыря, добавляет духовно-нравственный аспект.
- **Природную красоту.** Путешествие по рекам и прибытие к берегам Ладоги позволяют оценить ландшафтное разнообразие региона.

Для включения Сторожно, в туристическую дестинацию «Пашский перевоз», как объекта завершающего этот интересный маршрут, требуется развитие туристической инфраструктуры. При таком многообразии религиозных, языческих, историко-культурных и архитектурных памятников, ощущается не достаточное развитие логистической составляющей и вопросов связанных с временным размещением организованных туристических групп и путешественников, осуществляющих самостоятельные туры. Развитие транспортной инфраструктуры требует сама ло-

гика туристической дестинации «Пашский перевоз», где путешествующие смогут не только постичь всю глубину истории и значимость этих мест для Северо-Запада России, но и получат не забываемые впечатления, при использовании на различных этапах маршрута исторически аутентичных средств перемещения, характерных для различных эпох. Так, часть маршрута посвящённая временам становления и активной жизни Архангельского тракта – гужевой транспорт; другая его часть, посвящённая периоду активного использования в торговле водных путей Новгородской республики и допетровской эпохи, а так же, значимость региона при строительстве Санкт-Петербурга – водный транспорт.

Это соответственно потребует строительство в Сторожно пристани или размещение дебаркадера, для приёма туристических судов не только задействованных в туристической дестинации «Пашский перевоз», но и следующих по другим туристическим маршрутам по реке Свирь в Петрозаводск, Кижи, Мандроги и другие, а так же, для комфортного обслуживания индивидуальных путешественников и туристов, использующих водные виды транспорта.

Строительство гостиниц, паломнических центров, постоялых дворов, глэмпингов, так же непреложное условие развития туристической инфраструктуры.

Особым же акцентом на завершающем этапе туристической дестинации «Пашский перевоз» станет возвращение туристов в начальную точку маршрута – аэродром «Манихино». Для реализации этой амбициозной задачи потребуется строительство комплекса вертолётных площадок, от двух, до четырёх штук, с соответствующей инфраструктурой организационно-технического обслуживания. Благодаря воздушному транспорту, который может быть задействован на завершающем этапе маршрута, открывается исключительная возможность, осмотреть окрестности с высоты птичьего полёта. Для реализации этого этапа может быть задействован вертолёт Ка-62 в пассажирской версии, способный перевозить до 15 пассажиров.

Маршрут перелёта, может рассматриваться как уникальная дополнительная экскурсия, включающая:

- панорамный полёт над Ладожским озером и его живописными берегами;
- обзор Стороженского маяка и монастыря с воздуха;
- осмотр труднодоступных участков местности, включая Загубскую и Свирскую губу;
- позволит охватить единым взглядом значимую часть Мариинской системы водных путей, развёрнутую в нижнем течении рек Свирь и Паша;
- панорамный полёт над всеми частями только что пройденного маршрута.

После воздушной экскурсии туристы возвращаются на аэродром «Манихино», который служит отправной точкой маршрута.

Реализация только этих инфраструктурных объектов даст такие эффекты как:

5. Плановое градостроительное развитие и благоустройство территорий:
   - строительство зон отдыха, кафе и сувенирных лавок;
   - строительство гостиниц, гостевых домов и пр.;
   - создание пешеходных и велосипедных дорожек вдоль берега;
   - создание экологических троп.
6. Стимулирование малого бизнеса:
   - появление пунктов проката лодок и снаряжения (что уже активно осуществляется индивидуальными предпринимателями);
   - развитие услуг егерей, гидов и экскурсоводов.
7. Сохранение наследия:
   - развёртывание музея маячной службы (по типу аналогичного «Музея маячной службы на форте «Константин» в г.Кронштадт);
   - музеефикация речных судов и оборудования.
8. Улучшение транспортной доступности:
   - водный транспорт – элемент туристической дестинации «Пашский перевоз»;
   - предоставление возможности существующим туристическим маршрутам по Ладожскому озеру и Свири, расширить список посещаемых историко-культурных объектов на своём протяжении;
   - связь с другими участками Волго-Балтийского пути;
   - создание транспортных связей по средствам воздушных сообщений, как в рамках туристической дестинации «Пашский перевоз», так и в виде общего развития сети аэродромов малой авиации Ленинградской области.

Сторожно — идеальное завершение туристического маршрута, которое оставит у путешественников яркие впечатления от красоты природы, глубины истории и возможности увидеть мир с высоты птичьего полёта.

Таким образом, этот этап не только географически завершает маршрут, но и эмоционально и тематически подводит итог всему путешествию, связывая прошлое и настоящее, природу и историю.

Литература

1. М.Б. Биржаков. Правовое регулирование туристической деятельности. СПб.: НП «Изд. «Невский Фонд», 2011.
2. Р.Р. Тимиргалеева, И.Ю. Гришин, М.В. Матюнина, М.А. Шостак, В.А. Фастунова. Развитие туристских дестинаций : модели, методы, инструменты. Монография – Электрон. дан. (3,42 Мб). – Майкоп: ЭлИТ, 2020. – 292 с.
3. Н.А. Гончарова. Развитие туристической дестинации. Томск. Изд. ТПУ. 2010. - С.С. Николаев. Стратегия формирования единого туристического пространства в регионе (На примере Санкт-Петербурга и ленинградской области): автореф.дис. К.З.Н. – СПб., 2000.
4. А.А. Рябцев. Некоторые подходы к определению системообразующих факторов развития дестинации. Вестник СГУТиКД. – 2011. - №4(18). – Сочи.
5. Кодекс внутреннего водного транспорта РФ, статья 3.
6. **Приказ Минтранса РФ от 1 ноября 2017 года №470. «Правила учёта плавучих объектов».**
7. Свод правил СП 121.13330.2019 "СНиП 32-03-96 Аэродромы" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 января 2019 г. N 64/пр).

Storozhno - final stage of the pashsky perevoz tourist destination

Perov A.F., Zavyalova E.V.
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article is devoted to the village of Storozhno (Volkhovsky District, Leningrad Region) as the final stage of the Pashsky Perevoz tourist destination. The article reveals the tourist potential of the place, which combines natural beauty, rich history, and cultural and historical heritage of the North-West of Russia. The article provides a detailed description of the key attractions in the village of Storozhno. The article proposes a concept for the development of tourist infrastructure in Storozhno, including.

Keywords: Storozhno, Pashsky Perevoz, Nikolo Storozhensky Monastery, Storozhensky Lighthouse, Zagubskaya Guba, Lake Ladoga, water tourism, pilgrimage tourism, tourist destination, infrastructure development, helicopter tours, Mariinsky Water System.

References

1. M.B. Birzhakov. Legal regulation of tourist activities. St. Petersburg: NP "Nevsky Fond" Publishing House, 2011.
2. R.R. Timirgaleeva, I.Yu. Grishin, M.V. Matyunina, M.A. Shostak, V.A. Fastunova. Development of tourist destinations: models, methods, tools. Monograph - Electronic data (3.42 MB). - Maykop: ElIT, 2020. - 292 p.
3. N.A. Goncharova. Development of a tourist destination. Tomsk. TPU Publishing House. 2010. - S.S. Nikolaev. Strategy for the formation of a single tourist space in the region (On the example of St. Petersburg and the Leningrad region): author's abstract. diss. K.Z.N. – St. Petersburg, 2000.
4. A.A. Ryabtsev. Some Approaches to Defining System-Forming Factors of Destination Development. Bulletin of SGUTiKD. – 2011. - No. 4 (18). – Sochi.
5. Inland Water Transport Code of the Russian Federation, Article 3.
6. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated November 1, 2017 No. 470. "Rules for the Registration of Floating Objects".
7. Set of Rules SP 121.13330.2019 "SNiP 32-03-96 Airfields" (approved by Order of the Ministry of Construction, Housing and Communal Services of the Russian Federation dated January 30, 2019 No. 64/pr).

Методы обнаружения аномалий в работе тепловых пунктов систем теплоснабжения

Понуровский Ярослав Андреевич
аспирант кафедры «Инженерных систем и сооружений», Тюменский Индустриальный университет, yarapon@yandex.ru,

Чекардовский Михаил Николаевич
д-р техн. наук, доцент кафедры «Инженерных систем и сооружений», Тюменский Индустриальный университет, misha.tchekardovskij@yandex.ru

Эффективность систем централизованного теплоснабжения во многом определяется корректной работой тепловых пунктов, обеспечивающих гидравлическое и тепловое разделение сетевых и внутренних контуров зданий. Нарушения функционирования оборудования тепловых пунктов (регулирующих клапанов, теплообменников, датчиков и систем автоматизации) приводят к увеличению температуры обратной сетевой воды, росту тепловых потерь и снижению общей эффективности теплоснабжения. В статье выполнен анализ современных методов обнаружения аномалий в работе тепловых пунктов на основе международного опыта эксплуатации систем теплоснабжения. Рассмотрены статистические, модельные и методы машинного обучения, применяемые для диагностики аномалий. На основе анализа нормативных подходов и научных публикаций предложена классификация методов обнаружения аномалий и определены перспективные направления развития интеллектуальных систем мониторинга тепловых пунктов.
Ключевые слова: теплоснабжение, тепловой пункт, обнаружение аномалий, диагностика неисправностей, интеллектуальный анализ данных, машинное обучение.

Введение

Системы централизованного теплоснабжения являются важным элементом энергетической инфраструктуры городов и обеспечивают централизованную подачу тепловой энергии для отопления и горячего водоснабжения зданий. Повышение энергоэффективности таких систем является одной из ключевых задач современной энергетики [11, p. 617-618].

Одним из ключевых элементов систем теплоснабжения являются тепловые пункты, обеспечивающие передачу тепловой энергии от магистральных тепловых сетей к внутренним системам зданий. Неисправности оборудования тепловых пунктов могут приводить к значительным энергетическим потерям и нарушению режима работы всей системы теплоснабжения [6, p. 51-52].

Согласно современным исследованиям, раннее выявление неисправностей тепловых пунктов является одним из наиболее эффективных способов повышения энергоэффективности систем теплоснабжения, поскольку большинство дефектов может быть устранено на локальном уровне без масштабных реконструкций тепловых сетей [6, p. 51-52].

В последние годы развитие технологий интернета вещей и систем диспетчеризации привело к накоплению значительных объемов эксплуатационных данных. Это создает предпосылки для применения методов интеллектуального анализа данных и машинного обучения для обнаружения аномалий в работе тепловых пунктов [6, p. 52-53].

Типовые аномалии в работе тепловых пунктов

Эксплуатация тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения сопровождается возникновением различных аномальных режимов работы оборудования.

Исследования эксплуатационных данных систем теплоснабжения показывают, что значительная доля тепловых пунктов функционирует с отклонениями от оптимального режима. Так, анализ данных 135 тепловых пунктов показал, что **около 74 % из них имеют признаки неисправностей,** а полностью корректно функционирует лишь около **26 % оборудования** [5, с. 57].

Основные типы аномалий можно разделить на несколько категорий:

- тепловые аномалии;
- гидравлические аномалии;
- аномалии работы оборудования;
- аномалии систем управления и измерений.

Тепловые аномалии

Тепловые аномалии проявляются в отклонениях температурных параметров теплоносителя и тепловой нагрузки.

Наиболее распространёнными являются:

- повышенная температура обратной сетевой воды;
- недостаточный температурный перепад между подающим и обратным трубопроводами;
- несоответствие тепловой нагрузки фактическому потреблению.

Одной из наиболее распространённых проблем в системах централизованного теплоснабжения является **высокая температура обратной воды,** которая приводит к снижению эффективности работы источника тепла и увеличению тепловых потерь в сети [8].

Для нормально функционирующего теплового пункта температурный перепад между подающим и обратным трубопроводами в отопительный период обычно составляет **50-70 °С**, однако при наличии неисправностей он может существенно снижаться [4, с. 59-61].

В исследовании работы тепловых пунктов было установлено, что:

- около **70 % тепловых пунктов имеют температурный перепад менее 45 °С,**
- около **15 % имеют перепад менее 30 °С**.

Подобные отклонения могут быть вызваны:

- загрязнением теплообменников;
- неправильной настройкой регулирующих клапанов;
- чрезмерным расходом теплоносителя.

Например, при анализе одной из систем теплоснабжения было выявлено, что неисправный тепловой пункт приводил к увеличению температуры обратной воды до **43,6 °С**, тогда как в корректно функционирующем пункте она составляла около **29 °С** [3, p. 63-65].

Другой распространённой причиной является **наличие паразитного байпаса между подающим и обратным трубопроводами**, приводящего к смешению потоков и снижению температурного перепада .

Гидравлические аномалии связаны с нарушением режима циркуляции теплоносителя.

К наиболее распространённым относятся:

- повышенный расход теплоносителя;
- нестабильность расхода;
- гидравлический дисбаланс системы.

По данным исследований европейских систем теплоснабжения, значительная часть аномалий связана с неправильной настройкой регулирующей арматуры и чрезмерным расходом теплоносителя [8].

Одной из причин является использование **клапанов с избыточной пропускной способностью**, что приводит к ухудшению регулирования расхода. В результате через теплообменник проходит избыточный поток теплоносителя, что приводит к увеличению температуры обратной воды и снижению эффективности системы [8].

Также к гидравлическим аномалиям относится наличие **утечек теплоносителя**. Согласно результатам исследований проекта TEMPO, **около 33 % неисправностей тепловых пунктов связаны с утечками**, возникающими вследствие износа оборудования или недостаточного технического обслуживания [5, с. 57].

Аномалии работы оборудования. К данной категории относятся неисправности отдельных элементов теплового пункта.

Наиболее распространёнными являются:

- загрязнение теплообменников;
- заклинивание регулирующих клапанов;
- неисправность исполнительных механизмов;
- повреждение трубопроводов.

Анализ статистики эксплуатации тепловых пунктов показал, что:

- около **31 % неисправностей связано с компонентами систем отопления**,
- около **23 %** – **с регулирующими клапанами и приводами**.

Загрязнение теплообменных поверхностей приводит к снижению коэффициента теплопередачи и уменьшению тепловой мощности теплообменника. В результате увеличивается температура обратной воды и ухудшается эффективность теплоснабжения [10, с. 66].

Отдельную группу составляют аномалии, связанные с работой систем автоматического регулирования.

К ним относятся:

- неправильные настройки регуляторов;
- некорректные уставки температурных графиков;
- неисправности датчиков температуры и расхода.

Исследования показывают, что около 30-40 % аномалий связано с некорректными режимами потребления тепловой энергии, обусловленными ошибками в системах управления зданием [8].

Например, завышенная температурная уставка системы отопления приводит к увеличению расхода теплоносителя и росту температуры обратной воды.

Статистические методы обнаружения аномалий

Являются одним из наиболее распространённых подходов к диагностике технических систем. Их основная идея заключается в выявлении отклонений наблюдаемых параметров системы от статистических характеристик нормального режима функционирования [4, p. 2–4].

Данные методы широко применяются для анализа эксплуатационных данных энергетических систем, включая системы теплоснабжения, поскольку они обладают следующими преимуществами:

- простота реализации;
- низкие вычислительные требования;
- возможность применения при ограниченном объёме данных.

В то же время эффективность статистических методов во многом зависит от корректного определения статистических характеристик нормального режима работы системы [4, p. 6].

К наиболее распространённым статистическим методам обнаружения аномалий относятся:

- метод трёх сигм;
- робастные методы на основе медианного абсолютного отклонения;
- методы анализа временных рядов;
- методы многомерного статистического анализа.

Исследования показывают, что статистические методы могут эффективно использоваться для обнаружения неисправностей тепловых пунктов на ранних стадиях.

Например, анализ температурных данных тепловых пунктов позволил выявить случаи:

- загрязнения теплообменников;
- неправильной настройки регулирующих клапанов;
- неисправности датчиков температуры [10].

При этом статистические методы могут использоваться как первый уровень диагностики, позволяющий автоматически выявлять подозрительные режимы работы оборудования.

Для раннего обнаружения неисправностей тепловых пунктов лучше всего подходят робастные статистические методы анализа временных рядов, в первую очередь: метод медианного абсолютного отклонения (MAD).

Метод MAD является робастным статистическим методом обнаружения выбросов, который используется для выявления отклонений в эксплуатационных данных инженерных систем.

Он определяется следующим образом:

$$MAD = median(|x_i - median(x)|)$$

Аномалией считается наблюдение, для которого выполняется условие^

$$|x_i - median(x)| > k \cdot MAD$$

где

- x_i – текущее значение параметра
- k – коэффициент чувствительности (обычно 2.5–3.5)

Преимущество метода заключается в том, что медиана менее чувствительна к выбросам, чем среднее значение, а сам метод не требует предположения о нормальности распределения данных. Что позволяет выявлять отклонения температурных и гидравлических параметров на ранних стадиях возникновения неисправностей оборудования [4, p. 14].

Методы машинного обучения

В последние годы методы машинного обучения широко применяются для диагностики инженерных систем, включая системы теплоснабжения. Основное преимущество данных методов заключается в способности выявлять сложные нелинейные зависимости между параметрами системы и автоматически обнаруживать отклонения от нормального режима функционирования [4, p. 4–6].

Методы машинного обучения позволяют строить модели нормального поведения оборудования на основе исторических данных эксплуатации. Аномалии выявляются как отклонения фактических параметров от прогнозируемых значений или как наблюдения, не принадлежащие области нормального функционирования системы.

Для **раннего обнаружения неисправностей тепловых** наиболее подходящими считаются **автоэнкодеры (Autoencoder)** и **рекуррентные нейронные сети типа LSTM**.

Автоэнкодер – это нейронная сеть, предназначенная для **обучения компактного представления данных и восстановления входных параметров.** Основная идея алгоритма заключается в обучении нейронной сети на данных нормального режима работы оборудования и последующем выявлении отклонений по величине ошибки реконструкции входных параметров системы.

Структура автоэнкодера состоит из двух частей:

- кодировщик (encoder) – уменьшает размерность данных
- декодировщик (decoder) – восстанавливает исходные данные

Сеть обучается восстанавливать входной вектор параметров:

$$\hat{x} = f(x)$$

где

x – входные данные,

$\hat{x}$ – восстановленные данные.

Ошибка реконструкции определяется как:

$$E = ||x - \hat{x}||$$

Если ошибка превышает заданный порог:

$$E > \varepsilon$$

наблюдение считается аномальным [13, стр. 499–504].

После обучения определяется порог обнаружения аномалий

$\varepsilon = \mu_E + 3\sigma_E$,

где

μ_E – среднее значение ошибки реконструкции;

σ_E – стандартное отклонение ошибки.

Тепловые пункты обладают следующими особенностями эксплуатационных данных: большое количество датчиков, взаимосвязь парамет-

ров (температура, расход, давление), наличие шумов и пропусков данных, редкость аварийных ситуаций – способствуют к применению автоэнкодера для **раннего обнаружения неисправностей, который в свою очередь**:

1. Не требует размеченных данных: большинство тепловых пунктов не имеют базы данных аварий. Автоэнкодер обучается только на нормальном режиме работы.

2. Выявляет ранние отклонения: даже небольшие изменения в зависимости между параметрами вызывают рост ошибки реконструкции.

3. Работает с многомерными данными: можно одновременно анализировать температуру подающего и обратного контура, расход теплоносителя тепловую нагрузку.

Предположим, автоэнкодер обучен на нормальной работе теплового пункта. Входной вектор параметров:

$$x = [T_s, T_r, G, Q]$$

где:

Ts – температура подачи;

Tr– температура обратной воды;

G – расход теплоносителя;

Q – тепловая нагрузка.

При загрязнении теплообменника начинает увеличиваться температура обратной воды. Даже если изменение пока небольшое, автоэнкодер фиксирует рост ошибки реконструкции:

$$E = 0{,}8 \rightarrow 2{,}4$$

После превышения порога система сигнализирует о потенциальной неисправности.

```
Input: historical data X
Output: anomaly detection

1. Train autoencoder model on normal operation data
2. Calculate reconstruction error for training dataset
3. Compute threshold ε = mean(E) + 3*std(E)

For each new observation x:
    reconstruct x_hat = Autoencoder(x)
    compute error E = ||x - x_hat||
    if E > ε:
        signal anomaly
    else:
        normal operation
```

Рисунок 1 – код реализации обнаружения неисправности на основе автоэнкодера

В случае, когда основной задачей является **прогнозирование временных рядов**, лучше применять **LSTM-сети**. LSTM используется для анализа последовательностей:

$$h_t = f(x_t, h_{t-1})$$

Такие модели позволяют прогнозировать:

- температуру подачи
- температуру обратной воды
- тепловую нагрузку

Аномалия определяется по ошибке прогноза [6, стр. 403–405].

Система обнаружения аномалий теплового пункта может быть реализована в виде многоуровневой архитектуры, включающей следующие компоненты:

1. **уровень сбора данных – сбор данных с датчиков теплового пункта. Данные поступают в систему диспетчеризации или SCADA;**
2. **уровень обработки данных – очистка данных и нормализация параметров;**
3. **уровень аналитики – реализуется алгоритм обнаружения аномалий на основе автоэнкодера;**
4. **уровень визуализации – результаты анализа передаются оператору системы теплоснабжения.**

Сравнение статистических методов и методов машинного обучения показывает, что они обладают различными областями применения.

Статистические методы целесообразно использовать:

- для первичного анализа данных;
- для мониторинга отдельных параметров системы;
- для быстрого обнаружения грубых отклонений.

Методы машинного обучения более эффективны:

- при анализе многомерных данных;
- при выявлении сложных взаимосвязей параметров;
- при раннем обнаружении неисправностей оборудования.

На практике наиболее эффективным является **комбинированный подход**, при котором статистические методы используются для первичной фильтрации данных, а методы машинного обучения — для более глубокого анализа параметров системы.

Перспективные направления развития

Гибридные подходы, сочетающие статистические методы анализа данных и алгоритмы машинного обучения, позволяют значительно повысить точность обнаружения аномалий и снизить вероятность ложных срабатываний. В обзоре методов обнаружения аномалий показано, что комбинированные алгоритмы демонстрируют более высокую эффективность по сравнению с использованием отдельных методов [7, p. 35–38].

Использование методов глубокого обучения

С развитием вычислительных технологий всё более широкое применение получают методы **глубокого обучения (Deep Learning)**.

Такие методы особенно эффективны при анализе больших массивов временных данных, получаемых от датчиков инженерных систем.

Развитие методов глубокого обучения открывает новые возможности для анализа временных рядов параметров тепловых пунктов.

В процессе эксплуатации теплового пункта формируются большие массивы данных, включающие:

- температурные режимы;
- расход теплоносителя;
- тепловую нагрузку;
- параметры работы насосного оборудования.

Использование рекуррентных нейронных сетей и моделей долгой краткосрочной памяти позволяет анализировать временные зависимости между этими параметрами и выявлять аномалии в работе оборудования.

Например, постепенное увеличение температуры обратной воды при неизменной тепловой нагрузке может свидетельствовать о снижении эффективности теплообменника. Методы глубокого обучения позволяют выявлять подобные тенденции на ранних стадиях, ещё до возникновения серьёзных эксплуатационных проблем.

Одним из наиболее перспективных направлений развития систем мониторинга является создание **цифровых двойников тепловых пунктов**.

Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель теплового пункта, которая воспроизводит его работу на основе физических и математических моделей оборудования. Такая модель постоянно обновляется на основе данных, поступающих от датчиков реального объекта.

Сравнение фактических параметров системы с расчётными значениями модели позволяет выявлять отклонения в работе оборудования.

Например:

- снижение коэффициента теплопередачи может свидетельствовать о загрязнении теплообменника;
- изменение расхода теплоносителя может указывать на неисправность насосного оборудования;
- увеличение температуры обратной воды может быть связано с нарушением режима регулирования.

Использование цифровых двойников позволяет не только выявлять аномалии, но и прогнозировать развитие неисправностей оборудования.

Проведённый анализ методов обнаружения аномалий в работе тепловых пунктов систем централизованного теплоснабжения показал, что повышение эффективности эксплуатации данных объектов требует внедрения современных методов анализа эксплуатационных данных. Особое значение в данной области имеют статистические методы обработки данных и методы машинного обучения.

Статистические методы обнаружения аномалий характеризуются простотой реализации, низкими вычислительными затратами и высокой интерпретируемостью результатов. Такие методы позволяют эффективно выявлять резкие отклонения параметров системы, включая аномальные значения температуры теплоносителя, давления и расхода. Вместе с тем возможности статистических методов ограничены при анализе многомерных данных и выявлении сложных взаимосвязей между параметрами тепловых пунктов.

Методы машинного обучения обладают более широкими возможностями анализа эксплуатационных данных. Они позволяют учитывать нелинейные зависимости между параметрами системы, анализировать большие массивы временных данных и выявлять скрытые закономерности в работе оборудования. Применение алгоритмов машинного обучения обеспечивает возможность раннего обнаружения неисправностей тепловых пунктов, включая загрязнение теплообменников, нарушения гидравлического режима и неисправности регулирующих клапанов.

Сравнительный анализ показал, что на практике наибольшую эффективность демонстрируют комбинированные подходы, объединяющие статистические методы предварительной обработки данных и алгоритмы машинного обучения для более глубокого анализа параметров системы.

Перспективное развитие систем обнаружения аномалий связано с внедрением современных цифровых технологий, включая методы глубокого обучения, цифровые двойники энергетических объектов и технологии Интернета вещей. Интеграция данных технологий позволит создать интеллектуальные системы мониторинга и управления тепловыми пунктами, обеспечивающие непрерывный анализ состояния оборудования и раннее выявление потенциальных неисправностей.

Таким образом, применение современных методов анализа данных и машинного обучения является важным направлением повышения надёжности и энергоэффективности систем теплоснабжения. Развитие интеллектуальных систем диагностики тепловых пунктов позволит снизить эксплуатационные затраты, повысить надёжность теплоснабжения потребителей и обеспечить более эффективное управление городскими системами теплоснабжения.

Литература

1. Boca de Giuli A., Keim M., Wehrle K. Physics-informed Neural Network Modelling and Predictive Control of District Heating Systems // arXiv preprint. 2023. arXiv:2310.13937. 11 p. URL: https://arxiv.org/abs/2310.13937 (дата обращения: 03.03.2026)
2. Buffa, S.; Fouladfar, M.H.; Franchini, G.; Lozano Gabarre, I.; Andrés Chicote, M. Advanced Control and Fault Detection Strategies for District Heating and Cooling Systems—A Review. Appl. Sci. 2021, 11, 455. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/455 (дата обращения: 26.03.2026)
3. Calikus E., Nowaczyk S., Sant'Anna A., Gadd H., Werner S. A data-driven approach for discovering heat load patterns in district heating // Applied Energy – 2019 – Vol. 252 – Article 113409.
4. Chandola V., Banerjee A., Kumar V. Anomaly detection: A survey // ACM Computing Surveys – 2009 – Vol. 41(3) – P. 1-58.
5. Gadd H., Werner S Fault detection in district heating substations // Applied Energy – 2015 – Vol. 157 – P. 51-59.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 787 с.
7. Leoni P. Identifying untraced faults associated with high return temperatures // Energy – 2024 – Vol. 309 – Article 133097.
8. Neumayer M. Prioritisation of faults in district heating substations: Towards predictive maintenance and optimised operation // Energy – 2025 – Vol. 333 – Article 137210.
9. Neumayer M., Stecher D., Grimm S., Maier A., Bücker D., Schmidt J. Fault and anomaly detection in district heating substations: A survey on methodology and data sets // Energy – 2023 – Vol. 276 – Article 127569.
10. Persson U., Werner S. Achieving low return temperatures from district heating substations // Applied Energy – 2014 – Vol. 136 – P. 59-67
11. Werner S. District heating and cooling in the European Union // Energy – 2017 – Vol. 137 – P. 617–631.
12. Tol, H.˙I.; Madessa, H.B. Return-Temperature Reduction at District Heating Systems: Focus on End-User Sites. Energies 2024, 17, 4901 URL: https://doi.org/10.3390/en17194901 (дата обращения: 05.04.2026)

Methods for detecting anomalies in the operation of heating stations of heat supply systems

Ponurovsky Ya.A., Chekardovsky M.N.
Tyumen Industrial University

JEL classification: L61, L74, R53

The efficiency of district heating systems is largely determined by the proper operation of heating substations, which provide hydraulic and thermal separation between the network and internal building circuits. Malfunctions of heating substation equipment (control valves, heat exchangers, sensors, and automation systems) lead to increased return network water temperatures, increased heat losses, and a decrease in overall heating efficiency. This article analyzes modern methods for detecting anomalies in heating substation operation based on international experience in operating heating systems. Statistical, modeling, and machine learning methods used for anomaly diagnostics are considered. Based on an analysis of regulatory approaches and scientific publications, a classification of anomaly detection methods is proposed and promising areas for the development of intelligent monitoring systems for heating substations are identified.

Keywords: heat supply, heating station, anomaly detection, fault diagnosis, data mining, machine learning.

References

1. Boca de Giuli A., Keim M., Wehrle K. Physics-informed Neural Network Modelling and Predictive Control of District Heating Systems // arXiv preprint. 2023. arXiv:2310.13937. 11 p. URL: https://arxiv.org/abs/2310.13937 (дата обращения: 03.03.2026)
2. Buffa, S.; Fouladfar, M.H.; Franchini, G.; Lozano Gabarre, I.; Andrés Chicote, M. Advanced Control and Fault Detection Strategies for District Heating and Cooling Systems—A Review. Appl. Sci. 2021, 11, 455. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/1/455 (дата обращения: 26.03.2026)
3. Calikus E., Nowaczyk S., Sant'Anna A., Gadd H., Werner S. A data-driven approach for discovering heat load patterns in district heating // Applied Energy – 2019 – Vol. 252 – Article 113409.
4. Chandola V., Banerjee A., Kumar V. Anomaly detection: A survey // ACM Computing Surveys – 2009 – Vol. 41(3) – P. 1-58.
5. Gadd H., Werner S Fault detection in district heating substations // Applied Energy – 2015 – Vol. 157 – P. 51-59.
6. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 787 с.
7. Leoni P. Identifying untraced faults associated with high return temperatures // Energy – 2024 – Vol. 309 – Article 133097.
8. Neumayer M. Prioritisation of faults in district heating substations: Towards predictive maintenance and optimised operation // Energy – 2025 – Vol. 333 – Article 137210.
9. Neumayer M., Stecher D., Grimm S., Maier A., Bücker D., Schmidt J. Fault and anomaly detection in district heating substations: A survey on methodology and data sets // Energy – 2023 – Vol. 276 – Article 127569.
10. Persson U., Werner S. Achieving low return temperatures from district heating substations // Applied Energy – 2014 – Vol. 136 – P. 59-67
11. Werner S. District heating and cooling in the European Union // Energy – 2017 – Vol. 137 – P. 617–631.
12. Tol, H.˙I.; Madessa, H.B. Return-Temperature Reduction at District Heating Systems: Focus on End-User Sites. Energies 2024, 17, 4901 URL: https://doi.org/10.3390/en17194901 (дата обращения: 05.04.2026)

Архитектурное решение ландшафтного пространства современного многофункционального сада

Портнова Ирина Васильевна
канд. искусствоведения, доцент, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, irinaportnova@mail.ru,

Акиншин Владимир Александрович
ст. преподаватель, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, akinshin-va@rudn.ru

В статье рассматривается образ многофункционального сада современности, в соответствующей архитектонике. Сад с множественными вариациями геопластики требует продуманного композиционного решения каждой архитектурной и растительной формы. Целью статьи является структурный анализ планировки многофункционального сада с акцентом на природную гармонию как важного компонента зрительной визуализации и эмоционального настроя. В статье обозначены перспективные стилевые предпочтения, тяготеющие к формам биотека, которые успешно могут быть реализованы в композиции ландшафтной архитектуры, отражая всеобщую концепцию «природы». При этом ставится задача выявить механизмы достижения природной гармонии как основополагающего фактора визуальной эстетики и эмоционально-психологического воздействия на человека.
Ключевые слова: цветы, сад, архитектура, композиция, стиль, концепция, ландшафт.

Введение

В последние годы наблюдается устойчивый рост интереса к садово-парковому искусству: из узкопрофессиональной сферы он переходит в область широкого общественного внимания, становясь важным эстетическим компонентом городской среды. Актуальность статьи обусловлена двумя факторами: постоянным интересом к образу сада и парка в современном культурном пространстве, а также нарастающей экологической проблематикой, в силу которой интерпретация флоры в рамках садового дизайна приобретает особую значимость.

Г.Серикова справедливо полагает, что современный ландшафтный дизайн, наряду с другим видом искусства, отражает философские и мировоззренческие идеи, которые сложились в тот или иной период времени [7]. При этом исторически сформировавшиеся и признанные направления в области садового дизайна не препятствуют экспериментам и появлению новых форм в этой сфере деятельности человека. Более того, в ландшафтные композиции привносятся новые, актуальные элементы и здесь необходимо грамотное ландшафтное оформление. Так, Н. А. Нехуженко отмечает, что без понимания принципов формирования пейзажа сложно решать многие задачи, в том числе те, которые на первый взгляд не связаны с ландшафтной архитектурой. Для наглядности автор обращается к примерам рекультивации земель и создания условий для отдыха горожан. [6, с. 7]. З. Н. Хайрутдинов указывает на проблему отсутствия единой градостроительной политики в сфере ландшафтного формирования городской среды. По его мнению, данное обстоятельство привело к разрушению целостной системы озеленения городов и ослаблению охраны исторически и эстетически ценных территорий. При этом спрос на создание небольших частных садов становится востребованным [10, с. 3]. Сад — это не просто участок земли с растениями, а особая сфера эстетического восприятия. Л. И. Ивахова, С. С. Фесюк и В. С. Самойлов характеризуют его как объект «художественного дизайна» [2], что подчёркивает необходимость тщательного проектирования. Важно изучать свойства сада и раскрывать его потенциал, в том числе за счёт включения разнообразных декоративных растительных форм. В реализации данного процесса Н. П. Титова, полагает, что современные тенденции и модные предпочтения должны учитываться уже на этапе эскизов — от первоначальной идеи до финального визуального решения [9]. Н. А. Нехуженко в книге «Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры» развивает мысль о стилевой организации «кусочков природы» в городской среде. По мнению исследователя, естественное озеленение и использование декоративных растений должны подчиняться единому стилю. Автор рассуждает о поиске гармоничных архитектурных ансамблей, органично связанных с природным окружением города. В качестве примеров можно привести такие стили, как: «зелёный дворик», «зелёная крыша», «зелёная комната» с эстетически привлекательным видом из окна. А. Лысиков определяет стиль как «сложную систему художественных принципов, связанную с проявлениями духовной, материальной и социально-эстетической жизни эпохи» [4, с. 10]. Это определение помогает осмыслить эволюцию садовых стилей в контексте культурных и социальных изменений.

Мы выделяем особую группу стилевых направлений, тяготеющих к бионическим природным конструкциям, где важную роль играет цветочная орнаментика. Такой сад по своей сути многофункционален. Он не просто украшает пространство, но и выполняет ряд взаимосвязанных функций, сочетая практическую пользу с художественной выразительностью и культурной глубиной. Многофункциональность проявляется в нескольких плоскостях. Прежде всего, служит местом отдыха и созерцания, может быть образовательной площадкой о природе и принципах бионики, оказывать терапевтическое воздействие через ароматы и тактильные ощущения, а также становится площадкой для сезонных мероприятий — выставок цветов, мастер- классов по флористике и тематических праздников.

Не менее значимы образно стилевые решения, формирующие визуальную концепцию сада. Здесь активно используются формы, заимствованные у природы: извилистые дорожки, повторяющие линии рек, арки и перголы, имитирующие скелеты листьев, водоёмы органичной формы. Цветочная орнаментика воплощается в планировке — клумбы выстраиваются по принципам природных узоров: радиальные композиции, мозаичные посадки, напоминающие лепестки или чешую. Игра масштабов (сочетание крупных деревьев с мелкими создаёт эффект «увеличенного

фрагмента природы», а цветовая палитра строится на естественных оттенках — от пастельных тонов до насыщенных акцентов. Натуральные материалы (дерево, камень, кора) и стилизованные металлические элементы (имитирующие жилки листьев) усиливают ощущение единства с природой.

Наконец, сад обогащается историческими отсылками, которые придают ему культурную глубину. Вдохновение черпается из разных эпох и традиций.

Методы исследования

В рамках историко-художественного исследования в статье применяются два взаимодополняющих метода. Первый — аналитический подход, который позволяет детально охарактеризовать произведение с точки зрения его визуальных характеристик: композиции, форм, цветовых решений и пространственной организации. Второй — стилистический анализ, направленный на изучение произведения в контексте доминирующих художественных тенденций и культурных особенностей соответствующей эпохи.

К вопросу об эволюции стиля: от исторической определённости к универсальности современного сада

Во все эпохи растения и цветы выступали непременным компонентом гармоничной ландшафтной среды. В истории садово-паркового искусства они выполняли разные функции: формировали строгую структуру партеров в регулярном саду, в английском саду располагались свободно, создавая живописные композиции, подчинялись террасному принципу в итальянском ландшафте.

Исторические стили отличались узнаваемой определённостью. Современный же сад, напротив, не имеет жёсткой стилевой выраженности — он многообразен и может сочетать элементы разных направлений и планировочных решений.

Суть «универсализма» как ключевого принципа архитектурно-ландшафтной формы XX–начала XXI века, подразумевает:

равновесие всех элементов ландшафтного пространства;

гибкость и адаптивность композиции;

отсутствие строгой регламентации для растений и цветочных композиций — их архитектоника выстраивается в зависимости от конкретной идеи или темы.

Концепцию универсальности можно проследить через философские подходы к пониманию сада. М. Н. Соколов в книге «Принцип рая. Главы об иконологии сада, парка и прекрасного вида» рассматривает сад как идеальную эстетико-философскую систему мироздания, где гармоническое соотношение природных форм выступает шкалой измерения [8]. Он обозначает смысл «универсального искусства» как «принцип Рая» —это некий онтологический абсолют, составляющий нерушимое природно-человеческое единство [8, с. 15]. Д. С. Лихачёв подчёркивает, что сад в истории сформировался в разных направлениях и оказал влияние на функционирование этого образа в культуре последующих столетий [3]. Эволюция прошла путь от универсальной сущности Райского сада до современного многофункционального пространства (Рис. 1).

Рис. 1. Ян Брейгель Младший. Создание Адама. Медь, масло. XVII в. Частная коллекция

Современные тенденции: технологии и экология

Современный сад не только универсален, но и восприимчив к новым технологиям. Он развивается вслед за архитектурой и отвечает требованиям эпохи. Одна из ключевых перспектив — обогащение ландшафтной архитектуры экологическим взглядом.

Важную роль в этой трансформации может сыграть бионическая архитектура (бионика) — направление, наиболее приближённое к природному восприятию человека. Её преимущества заключаются в положительном воздействии на все человеческие чувства. Бионика строится на воспроизведении природных форм и процессов, что создаёт комфортную среду, благотворно влияющую на психоэмоциональное и физическое состояние человека. Плавные, криволинейные формы, текучие линии дорожек и водоёмов, асимметричные композиции воспринимаются глазом легче, чем жёсткая геометрия. Естественная цветовая палитра (зелень разных оттенков, цвета цветов, оттенки камней и воды) снижает зрительное напряжение. Визуальная гармония природных форм вызывает чувство покоя и эстетического наслаждения. Водоёмы с плавным течением, фонтаны с мягким журчанием, шелест листвы на ветру, пение птиц — все эти звуки, органично вписанные в бионический ландшафт, создают естественный звуковой фон. Он успокаивает нервную систему, маскирует городской шум и способствует релаксации. Разнообразие текстур — гладкая кора деревьев, шероховатость камней, мягкость травы, прохлада воды — даёт тактильные ощущения, которые усиливают связь человека с природой. Дорожки с натуральным покрытием (галька, древесная кора, песок) стимулируют нервные окончания стоп при ходьбе босиком. Более того, бионическая архитектура в ландшафте напрямую способствует улучшению экологической обстановки. Она помогает преодолеть разрыв между урбанизмом и природой, создавая устойчивую городскую среду. Интеграция природных элементов в застройку. «Зелёные крыши», вертикальные сады на фасадах, внутренние дворы-оазисы, бульвары с деревьями — всё это внедряет природу в городскую ткань, делая её доступной для жителей. Все сказанное особенно актуально в условиях современных градостроительных проблем — например, точечной застройки, которая не предполагает грамотного взаимодействия с окружающей средой [5, с. 117].

Можно обозначить некоторые признаки бионики в современном саду. Органично вписываясь в ландшафтную архитектуру, формы биотека проявляются через: геопластику, представляя искусственное моделирование рельефа, через криволинейные структуры дорожек и водоёмов, текучий абрис малых архитектурных форм, а также застеклённые поверхности, усиливающие связь с природой и цветовую декоративность фасадов и деталей, подчёркивающую природную эстетику.

Эти элементы создают концепцию многофункционального современного сада, который одновременно:

- утилитарен (выполняет практические функции);
- философичен (отражает идеи гармонии и единства с природой).

Наблюдается некая трансформацию смыслов: от «города-сада» к экологическому миру. Если ранее концепция «города-сада» [1] отражала противостояние природы и цивилизации, то в XXI веке происходят серьёзные изменения. Природа стала восприниматься не как противопоставление городу, а как его органичная часть. Универсальный и многофункциональный сад теперь претендует на всеохватность и широкое распространение. Сад переходит из области устоявшейся стилистики в сферу нового экологического мира — не как утопия, а как практическая модель взаимодействия человека и природы (Рис. 2, 3).

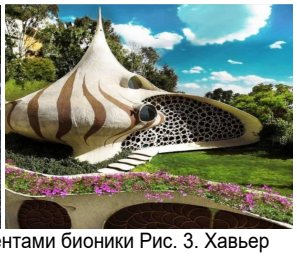


Рис. 2. Сад Челси в Лондоне с элементами бионики Рис. 3. Хавьер Сеносьяйн. Дом Наутилус
https://bigfoto.name/15078-bionika-v-landshaftnom-dizajne-70-foto.html

Заключение

В короткой обзорной статье мы можем лишь обозначить основные стилевые направления современного ландшафтного дизайна. В заключение подчеркнём, что ключевой вопрос в структуре современного сада — это концепция «естественной природы», которая наиболее органично реализуется через формы биотека. Биологические конструкции, успешно апробированные в европейской архитектуре, открывают перспективный путь и для развития ландшафтной среды. Современный сад — это пространство для смелых экспериментов, где бионические решения играют особую роль. Благодаря близости к органическим формам они легко интегрируются как с традиционными историческими стилями — регулярным, английским, итальянским и другими, — дополняя их природными линиями и естественными композициями, так и с новыми композиционно-художественными решениями, создавая гибридные формы, которые сочетают современные технологии и живую природу. Такая универсальность не случайна: бионические принципы интуитивно понятны человеку, поскольку соответствуют его врождённой связи с природным миром. На рубеже XX–XXI веков произошёл принципиальный сдвиг —

сад, прежде строго регламентированный в художественно-композиционном и стилистическом плане, стал гораздо более свободным. Природа в нём перестала быть лишь декоративным элементом и обрела самозначимость. Вместо формальных правил на первый план вышли естественность форм, экологическая устойчивость, гармония между рукотворным и живым, а также адаптивность пространства к меняющимся условиям. Эта экологическая концепция, основанная на принципах бионики, с высокой вероятностью определит дальнейшее развитие ландшафтного садового искусства. Она отвечает не только эстетическим запросам современности, но и глобальным вызовам — необходимости восстановления баланса между городской средой и природой.

Таким образом, современный сад превращается из статичного «украшения» в динамичную, живую систему, где дизайн служит не противопоставлению человека и природы, а их гармоничному взаимодействию. Бионический подход позволяет создавать пространства, которые одновременно эстетически выразительны, функциональны и экологически ответственны — что делает его одним из наиболее перспективных направлений в развитии ландшафтной архитектуры ближайшего будущего.

Литература

1. Дмитриева Е. Е. Город-сад и городской сад //Сад в городе: миф и реальность. Сборник материалов междисциплинарного семинара 20–22 сентября 2012 г. Псков: Псковский ГУ, 2012. С. 21–32.
2. Ивахова Л.И.,Фесюк С.С., Самойлов. В.С. Современный ландшафтный дизайн. Москва: Litres, 2022. 379 с.
3. Лихачев Д.С. Поэзия садов: к семантике садово-парковых стилей. Сад как текст. 3-е изд., испр. и доп. Москва: Согласие: ОАО «Тип. “Новости”», 1998. 471 с.
4. Лысиков А. Стильный сад. От вдохновения – к идее, от образа – к проекту. Москва: Эксмо, 2023. 256 с.
5. Мясникова В.К., Портнова И.В. Золотое сечениеив европейской архитектуре биотека //Инженерные системы -2020. Т.1 Москва, РУДН, 2020, с.113-121
6. Нехуженко Н.А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры. Санкт-Петербург: Издательский дом Нева 2004. 182 с.
7. Серикова, Г. А.Планирование и благоустройство сада - Москва : ОЛМА Медиа групп, 2015. - 218 с.
8. Соколов М.Н. Принцип рая. Главы об иконологии сада, парка и прекрасного вида. Москва: Прогресс-Традиция. 2011. 704 с.
9. Титова Н.П. Ландшафтный дизайн вашего сада. Москва: ОЛМА Медиа Групп, 2001. 176 с.
10. Хайрутдинов З.Н. Теория ландшафтной архитектуры и методология проектирования. Москва: Юрайт 2019. 239 с

Flower architectonics of a small multifunctional garden: from retro styles to modern solutions

Portnova I.V., Akinshin V.A.

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the image of a multifunctional modern garden in its corresponding architectonics. A garden with multiple variations of geoplasticity requires a well-thought-out compositional solution for each architectural and plant form. The purpose of the article is to provide a structural analysis of the layout of a multifunctional garden, emphasizing the importance of natural harmony as an essential component of visual representation and emotional ambiance. The article highlights the emerging stylistic preferences that gravitate towards biotech forms, which can be successfully incorporated into the landscape architecture composition, reflecting the universal concept of "nature." The goal is to identify the mechanisms of achieving natural harmony as a fundamental factor in visual aesthetics and emotional and psychological impact on humans.

Keywords: flowers, garden, architecture, composition, style, concept, landscape.

References

1. Dmitrieva, E. E. “Garden City and Urban Garden.” A Garden in the City: Myth and Reality. Collection of Materials from the Interdisciplinary Seminar, September 20–22, 2012. Pskov: Pskov State University, 2012. pp. 21–32.
2. Ivakhova, L. I., Fesyuk, S. S., Samoilov, V. S. “Modern Landscape Design.” Moscow: Litres, 2022. 379 p.
3. Likhachev, D. S. “Poetry of Gardens: Toward the Semantics of Landscape Gardening Styles.” Garden as Text. 3rd ed., corrected and enlarged. Moscow: Soglasie: OAO “Tip. “Novosti,” 1998. 471 p.
4. Lysikov, A. “Stylish Garden.” From inspiration to idea, from image to project. Moscow: Eksmo, 2023. 256 p.
5. Myasnikova V.K., Portnova I.V. The Golden Section in European Biotheque Architecture // Engineering Systems - 2020. Vol. 1 Moscow, RUDN University, 2020, pp. 113-121
6. Nekhuzhenko N.A. Fundamentals of landscape design and landscape architecture. St. Petersburg: Neva Publishing House, 2004. 182 p.
7. Serikova G.A. Garden Planning and Improvement - Moscow: OL-MA Media Group, 2015. - 218 p.
8. Sokolov M.N. The Paradise Principle. Chapters on the Iconology of the Garden, Park, and Beautiful View. Moscow: Progress-Tradition. 2011. 704 p.
9. Titova, N.P. Landscape Design of Your Garden. Moscow: OLMA Media Group, 2001. 176 p.
10. Khairutdinov, Z.N. Landscape Architecture Theory and Design Methodology. Moscow: URAYT 2019. 239 p.

Технологические решения внедрения инженерных систем в общий коммуникационный коллектор

Потолицына Дарья Юрьевна
магистрант подразделения «Инженерная академия», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, pdu-92@ya.ru,

Виноградова Елена Владимировна
к.т.н., доцент подразделения «Инженерная академия», Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, vinogradova-elvl@rudn.ru

В статье рассмотрены организационно-технологические решения перехода от раздельной прокладки инженерных сетей к общему коммуникационному коллектору на примере города Х. Выполнен анализ мирового опыта эксплуатации подземных коллекторов, выделены три основных способа размещения коммуникаций: раздельная траншейная прокладка, совместная прокладка в одной траншее с перегородками, полноценный проходной коллектор с системой мониторинга. Для города Х предложена поэтапная схема внедрения, строительство пилотного участка длиной 300–500 м. Обосновано снижение эксплуатационных затрат на 30–40 % и увеличение межремонтного ресурса трубопроводов с 25–30 до 50–60 лет за счёт стабильного температурно-влажностного режима и отсутствия агрессивного грунтового воздействия. Выявлены основные ограничения: высокая капиталоёмкость (в 2–3 раза выше раздельной прокладки), необходимость создания единого оператора коллектора и корректировки нормативной базы для совместного размещения разнородных сетей. Определены условия целесообразности применения коллекторных решений – магистральные улицы, новые районы застройки, участки с высокой плотностью подземных коммуникаций.

Ключевые слова: коммуникационный коллектор, инженерные системы, город Х, прокладка сетей, организационно-технологические решения, подземная инфраструктура.

Введение

В городе Х основная часть подземных инженерных сетей (теплотрассы, водопровод, канализация, кабельные линии) проложена раздельным траншейным способом в 1960–1980-х годах. По данным эксплуатационных организаций, износ превышает 60 %, аварийность составляет в среднем 2–3 повреждения на 1 км сетей в год. Каждый ремонт сопровождается вскрытием дорожного покрытия, перекрытием движения и последующим восстановлением благоустройства. При этом совместное развитие коммуникаций разными балансодержателями отсутствует, подземное пространство не координируется. В качестве альтернативы рассматривается строительство общих коммуникационных коллекторов, позволяющих разместить несколько видов сетей в одном проходном или полупроходном тоннеле. Цель работы – определить технологические и организационные решения, обеспечивающие поэтапный переход к коллекторной прокладке в условиях города Х с учетом его застройки, состояния сетей и бюджетных ограничений.

Современные подходы к организации инженерных систем в мире

Если взглянуть на историю, то раньше инженерные сети никто намеренно не координировал. Водопровод клали там, где удобно, теплотрассу – где дешевле, электрику – где быстрее. К концу XIX века в европейских городах под землёй образовался настоящий хаос из труб и кабелей. Первыми это поняли французы. В Париже начали строить подземные галереи, куда убирали сразу несколько коммуникаций. Лондон и Нью-Йорк подхватили идею – там возникли кабельные тоннели для связи и электричества. После Второй мировой войны коллекторы активно строили в Токио, Берлине, Вене. Опыт показал: если сети лежат вместе в проходном тоннеле, их легче ремонтировать, и они реже ломаются.

Сегодня в мировой практике сформировалось три основных подхода к прокладке инженерных систем. Первый – раздельная прокладка в отдельные траншеи. Это самый давний метод. На первый взгляд он простой и не требует больших начальных вложений. Но при каждом ремонте или замене сети приходится снова разрывать, перекрывать движение, восстанавливать асфальт. В итоге затраты на весь срок службы получаются высокими. Второй подход – совместная прокладка нескольких сетей в одной траншее с перегородками или без. Так экономят место под землёй и снижают объём земляных работ. Но нужны строгие нормы безопасности, потому что разные коммуникации могут влиять друг на друга – например, теплотрасса воздействует теплом на соседний водопровод или кабель. Третий подход – полноценный коммуникационный коллектор. Это подземное сооружение, с полноценным доступом человека, где можно ходить в полный рост и производить эксплуатацию и ремонт. Там размещают все основные сети: водоснабжение, канализацию, теплосети, электричество, связь, иногда даже газопровод. Доступ для обслуживания есть в любой точке.

В развитых странах сейчас уходят от хаотичной застройки подземного пространства. В Сингапуре все новые жилые районы подключают через коллекторы. Там же работает проект NEWater – очищенные сточные воды подаются по отдельным трубопроводам, проложенным в общих тоннелях. В Хельсинки тепловые сети и водоводы убрали в скальные коллекторы, что позволило сократить теплопотери почти на 15-20%. В Японии коллекторы оснащают датчиками влажности, температуры, загазованности, автоматическими системами пожаротушения. Если где-то начинается утечка или возгорание, диспетчер видит это на экране и может отключить проблемный участок без выезда бригады.

Отдельная тема – цифровизация. Всё больше проектов делают с применением BIM-технологий. Ещё на стадии проектирования в трёхмерной модели раскладывают все сети, проверяют пересечения, рассчитывают расстояния, продумывают места для вентиляции и освещения. Потом эта же модель используется при строительстве и эксплуатации. В Европе и США коллекторы уже не проектируют без цифрового сопровождения.

Главный вывод из мирового опыта такой: коллектор – это не просто труба побольше. Это система, которая требует планирования на десятилетия вперёд. Если город растёт, если есть плотная застройка и старые сети, рано или поздно приходится переходить на коллекторные решения. Вопрос только в том, как это сделать без резких скачков затрат и с учётом местных условий.

Методы перехода к прокладке коммуникаций в общий коммуникационный коллектор в городе Х

Город Х – обычный российский город средней величины. Там есть старая застройка в центре, спальные районы 70-80-х годов, новые микрорайоны на окраинах. Сети в основном изношены – по статистике, около 60% теплотрасс и водопроводов уже выработали свой ресурс. Аварии случаются часто, особенно зимой. Дороги каждую весну залатывают после ремонтов коммуникаций. При этом бюджета на полную замену всей инфраструктуры нет. Поэтому переход на коллекторную схему должен быть постепенным и прагматичным. Опираясь на нормативную базу (СП 48.13330.2019, СП 256.1325800.2016) и опыт других городов, можно выделить несколько рабочих методов.

Первый метод – инвентаризация и цифровая карта. В городе Х десятилетиями сети прокладывали разные организации. Водоканал – свои трубы, теплосеть – свои, электрики и связисты – свои. Точных планов у многих участков нет, а те, что есть, часто не совпадают с реальностью. Прежде чем закапывать коллектор, надо понять, что уже лежит под землёй. Для этого проводят инструментальное обследование, шурфуют, согласуют данные с эксплуатирующими организациями и балансодержателями. Всё заносят в геоинформационную систему (ГИС). Это долго и не очень эффективно, но без этого любой проект коллектора наткнётся на чужую трубу или кабель.

Второй метод – пилотный участок. Бросаться перекладывать весь город сразу – безумие. Выбирают одну проблемную улицу или квартал, где сети старые, аварии случаются по нескольку раз в год, дорогу периодически перекапывают. На этом участке длиной 300-500 метров строят коллектор. Лучше всего закрытым способом – микротоннелированием или щитовой проходкой, чтобы не перекрывать движение. Потом в этот коллектор переносят все существующие коммуникации: водопровод, теплотрассу, кабели. На пилотном участке отрабатывают все этапы – от проектирования и согласований до эксплуатации. Смотрят, какие возникают проблемы, сколько это реально стоит, как часто нужно обслуживать. Ошибки на маленьком отрезке обходятся дешевле, чем во всём городе.

Третий метод – безтраншейная прокладка. В городе Х много узких улиц, особенно в центре. Там просто нет возможности, чтобы развернуть технику и выкопать котлован под коллектор открытым способом. Поэтому используют горизонтально-направленное бурение, микротоннелирование, щитовую проходку. Это дороже обычной траншеи, но нет необходимости сносить дома, перекрывать движение на месяцы и потом восстанавливать благоустройство. Для города Х с его ограниченными дорожными мощностями - безтраншейные методы часто оказываются единственно возможными.

Четвёртый метод – привязка к плановой реконструкции. В городе Х каждый год меняют участки водопровода, ремонтируют теплотрассы, перекладывают кабели. Вместо того чтобы просто поменять трубу в старой траншее, можно сразу заложить коллектор на этом участке. Деньги на вскрытие асфальта и земляные работы уже заложены в бюджет ремонта. Добавляется только стоимость самого коллектора и монтажа дополнительных сетей. Выходит дешевле, чем копать дважды – сначала под замену одной сети, а потом через пять лет под коллектор. Этот метод хорошо работает при капитальном ремонте дорог: пока улица перекрыта и асфальт снят, самое время построить коллектор.

Пятый метод – организационный. Техническая сторона – это важный элемент, но главная проблема города Х в том, что разные ресурсоснабжающие организации не хотят договариваться. У каждой свои планы, свои деньги, свои требования. Чтобы коллектор заработал, нужен единый оператор – муниципальное предприятие или акционерное общество с долей города, которое отвечает за само сооружение. Оно сдаёт места в коллекторе в аренду ресурсникам, следит за состоянием вентиляции, освещения, дренажа, организует общий диспетчерский пункт. Без такой структуры каждый будет тянуть в свою сторону, и коллектор останется просто дорогой подземной трубой, которую никто не хочет обслуживать.

Переход в городе Х займёт не один год, а 5-10 лет. Начинают с пилотного участка, потом расширяют на целые кварталы при плановой реконструкции. Постепенно доля коллекторных коммуникаций растёт. Полностью заменить все сети в городе вряд ли получится – где-то это слишком дорого или технически невозможно. Но на магистральных улицах и в новых районах коллектор становится стандартом.

Плюсы и минусы внедрения коллектора в город Х. Какие трудности могут ожидать, какие преимущества

У любого инженерного решения есть оборотная сторона. Для города Х, с его реальными проблемами и ограничениями, плюсы и минусы выглядят вполне конкретно.

Преимущества коллектора для города Х

Первое – резкое сокращение раскопок. Сейчас город Х каждую весну и осень превращается в зону боевых действий – то теплотрассу ремонтируют, то водопровод рвётся, то связисты тянут новый кабель. Асфальт не успевает высохнуть, как его снова режут. Коллектор позволяет делать ремонт изнутри. Персонал заходит через шахту, находит повреждение, производит ремонт, выходит. Улицу вскрывать не надо. Это снижает износ дорожного покрытия и уменьшает пробки.

Второе – сети служат дольше. В грунте трубы страдают от коррозии, промерзания, блуждающих токов. Их повреждают при раскопках соседних организаций. В коллекторе стабильная температура (+5…+25°С), низкая влажность (если работает вентиляция), нет прямого контакта с агрессивной почвой. Увеличивается срок службы трубопроводов - с 25-30 лет до 50-60 лет. Для города Х, где деньги на замену сетей берутся с большим трудом, это весомый аргумент.

Третье – дешевле эксплуатировать. Не надо каждый раз вызывать экскаватор, платить за восстановление тротуаров и газонов, согласовывать перекрытие улиц. Персонал спускается в коллектор, делает работу и поднимается. По оценкам, эксплуатационные расходы снижаются на 30-40% по сравнению с раздельной прокладкой. Особенно это заметно на тепловых сетях – потери тепла в коллекторе ниже, чем в грунте.

Четвёртое – безопаснее. Авария на водопроводе не размывает соседнюю теплотрассу. Утечку газа или воды видно сразу, её можно локализовать без повреждения других коммуникаций. В современных коллекторах ставят датчики утечки, задымления, газа, автоматические системы пожаротушения. Диспетчер видит проблему на экране и может отключить аварийный участок, не посылая бригаду на разведку.

Трудности и минусы для города Х

Первый и самый больной вопрос – финансирование. Строительство коллектора стоит в 2-3 раза дороже, чем прокладка всех сетей по отдельности в траншеях. Для города Х с его бюджетом это серьёзная проблема. Быстро построить коллекторы на всех проблемных участках не получится – придётся растянуть на годы и искать софинансирование из регионального или федерального бюджетов.

Второе – согласования. В городе Х работают разные ресурсоснабжающие организации. У каждой свой учредитель, свои тарифы, свои планы развития. Убедить их всех убрать сети в общий коллектор и платить за это аренду – задача почти невыполнимая. Некоторые вообще не хотят зависеть от общего оператора. Другие боятся, что в коллекторе будет тесно или опасно. Третьи просто не видят в этом экономического смысла для себя. Без политической воли городской администрации здесь не обойтись.

Третье – нормативная база. Действующие СП и СНиПы в основном писаны под раздельную прокладку. Совместное размещение газа и электричества, теплотрасс и канализации – всегда компромисс. Приходится делать дополнительные расчёты, получать специальные согласования, доказывать экспертизе, что это безопасно. Всё это затягивает проект и увеличивает его стоимость.

Четвёртое – риск взаимных аварий. Если в коллекторе что-то случится – скажем, прорыв горячей воды или утечка газа, – пострадают сразу все сети. Пар может повредить кабели и изоляцию, вода зальёт оборудование, газ создаст взрывоопасную смесь. Поэтому нужны надёжные системы вентиляции, аварийные выходы, секционирование. Всё это удорожает и усложняет проект.

Пятое – не для всех улиц. В старом центре города Х улицы узкие, под домами подвалы, рядом исторические здания, которые нельзя трогать. Там коллектор просто не впихнуть. Придётся оставить часть сетей в традиционной прокладке, а коллекторы строить только на магистралях и в новых районах.

Что в итоге перевешивает? Для новых микрорайонов, для магистральных улиц при капитальном ремонте и для промышленных зон коллектор однозначно выгоден. Для старого центра – чаще нет. Городу Х нужна чёткая программа: где коллекторы строить обязательно, где желательно, а где лучше не трогать. И обязательно – создание единого оператора, иначе дорогие трубы останутся без хозяина.

Заключение

На основе анализа мирового опыта и исходных данных по городу Х предложен комплексный подход к внедрению коллекторных систем. Установлено, что одновременная замена всех сетей экономически нецелесообразна, поэтому этапы должны включать инвентаризацию подземных коммуникаций с созданием ГИС-карты, строительство пилотных участков закрытым способом (микротоннелирование, ГНБ) и привязку к плановой реконструкции дорог. Показано, что при коллекторной прокладке эксплуатационные затраты снижаются на 30–40 %, межремонтный ресурс трубопроводов увеличивается в 1,5–2 раза. Основные ограничения – высокая начальная стоимость (в 2–3 раза выше раздельной

прокладки) и необходимость создания единого оператора коллектора с распределением ответственности между ресурсоснабжающими организациями. Для города Х рекомендовано применение коллекторов на магистральных улицах, в новых микрорайонах и на участках с плотной подземной застройкой.

Литература

1. СП 48.13330.2019. Организация строительства. СНиП 12-01-2004 : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 30.12.2019 № 881/пр. – Москва : Стандартинформ, 2020. – 32 с.
2. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа : свод правил : утвержден и введен в действие Приказом Минстроя России от 29.08.2016 № 602/пр. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 48 с.
3. Абрамов А. В., Организационно-технологические аспекты строительства коммуникационных коллекторов в условиях плотной городской застройки / А. В. Абрамов, С. В. Николаев // Строительное производство. – 2021. – № 3. – С. 24–29.
4. Белов В. В., Инженерная инфраструктура городов: теория и практика : учебное пособие для вузов / В. В. Белов, Е. Н. Гарманов. – Москва : Издательство АСВ, 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-4323-0412-6.
5. Гришин Б. М., BIM-технологии в проектировании инженерных сетей и коллекторов / Б. М. Гришин, А. Л. Терехов // Информационные технологии в строительстве. – 2023. – № 1 (15). – С. 12–19.
6. Дмитриев А. Н. Коммуникационные коллекторы: опыт проектирования и эксплуатации в мегаполисах / А. Н. Дмитриев. – Санкт-Петербург : Политехника, 2020. – 156 с. – ISBN 978-5-7325-1104-8.
7. Леонтьев В. Л. Экономическая эффективность строительства коммуникационных коллекторов при комплексном освоении территорий / В. Л. Леонтьев // Экономика строительства. – 2023. – № 4. – С. 33–38.
8. Москвин А. Ю., Организационные модели взаимодействия участников строительства подземных коллекторов / А. Ю. Москвин // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – № 8. – С. 45–50.
9. Сидоров В. Н., Зарубежный опыт проектирования и эксплуатации многофункциональных подземных коллекторов / В. Н. Сидоров, К. А. Павлова // Жилищное строительство. – 2021. – № 11. – С. 17–22.
10. Теличенко В. И., Технология возведения зданий и сооружений : учебник для вузов / В. И. Теличенко, А. А. Лапидус. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство АСВ, 2021. – 544 с. – ISBN 978-5-4323-0388-4.
11. Федоров М. П., Инженерная защита территорий и подземное строительство : учебное пособие / М. П. Федоров, Р. А. Мангушев. – Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2020. – 312 с. – ISBN 978-5-7422-6802-4.
12. Champ, P. Urban Underground Space: A Growing Imperative / P. Champ, H. Admiraal // Tunnelling and Underground Space Technology. – 2021. – Vol. 110. – P. 103–112.

Technological Solutions for Integrating Utility Systems into a Common Utility Manifold

Potolitsyna, D. Yu., Vinogradova, E. V.
Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines organizational and technological solutions for transitioning from separate utility networks to a common utility manifold, using the city of Kh as an example. An analysis of global experience in operating underground manifolds identifies three main methods for integrating utilities: separate trench installation, combined installation in a single trench with partitions, and a full-fledged through-flow manifold with a monitoring system. A phased implementation plan is proposed for City X, including the construction of a 300-500 m pilot section. A 30-40% reduction in operating costs and an increase in the pipeline service life from 25-30 to 50-60 years due to stable temperature and humidity conditions and the absence of aggressive soil impacts are substantiated. Key limitations are identified: high capital intensity (2-3 times higher than separate installations), the need to create a single collector operator, and adjustments to the regulatory framework for the colocation of disparate networks. The feasibility of using collector solutions is determined: main streets, new development areas, and areas with a high density of underground utilities.

Keywords: communications collector, utility systems, City X, network installation, organizational and technological solutions, underground infrastructure.

References

1. SP 48.13330.2019. Construction Organization. SNiP 12-01-2004: set of rules: approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction of Russia dated December 30, 2019, No. 881/pr. – Moscow: Standartinform, 2020. – 32 p.
2. SP 256.1325800.2016. Electrical Installations of Residential and Public Buildings. Design and Installation Rules: set of rules: approved and put into effect by Order of the Ministry of Construction of Russia dated August 29, 2016, No. 602/pr. – Moscow: Standartinform, 2017. – 48 p.
3. Abramov A. V., Organizational and technological aspects of the construction of utility collectors in dense urban areas / A. V. Abramov, S. V. Nikolaev // Construction production. - 2021. - No. 3. - Pp. 24-29.
4. Belov V. V., Engineering infrastructure of cities: theory and practice: a textbook for universities / V. V. Belov, E. N. Garmanov. - Moscow: ASV Publishing House, 2022. - 288 p. - ISBN 978-5-4323-0412-6.
5. Grishin B. M., BIM technologies in the design of utility networks and collectors / B. M. Grishin, A. L. Terekhov // Information technologies in construction. - 2023. - No. 1 (15). – P. 12–19.
6. Dmitriev, A. N. Utility Collectors: Design and Operation Experience in Megacities / A. N. Dmitriev. – St. Petersburg: Politekhnika, 2020. – 156 p. – ISBN 978-5-7325-1104-8.
7. Leontiev, V. L. Economic Efficiency of Construction of Utility Collectors in Integrated Development of Territories / V. L. Leontiev // Construction Economics. – 2023. – No. 4. – P. 33–38.
8. Moskvin, A. Yu., Organizational Models of Interaction between Participants in the Construction of Underground Collectors / A. Yu. Moskvin // Industrial and Civil Construction. – 2022. – No. 8. – P. 45–50. 9. Sidorov, V. N., Foreign experience in the design and operation of multifunctional underground collectors / V. N. Sidorov, K. A. Pavlova // Housing construction. - 2021. - No. 11. - Pp. 17-22.
10. Telichenko, V. I., Technology of construction of buildings and structures: a textbook for universities / V. I. Telichenko, A. A. Lapidus. - 3rd ed., revised and enlarged. - Moscow: ASV Publishing House, 2021. - 544 p. - ISBN 978-5-4323-0388-4.
11. Fedorov, M. P., Engineering protection of territories and underground construction: a textbook / M. P. Fedorov, R. A. Mangushev. - St. Petersburg: Publishing house of the Polytechnic University. University, 2020. – 312 p. – ISBN 978-5-7422-6802-4.
12. Champ, P. Urban Underground Space: A Growing Imperative / P. Champ, H. Admiraal // Tunnelling and Underground Space Technology. – 2021. – Vol. 110. – P. 103–112.

Сравнительный анализ методов формирования пульсирующего режима в системах водяного отопления

Рындин Никита Алексеевич
аспирант, Национальный исследовательский мордовский государственный университет имени Н.П. Огарёва, mayoneZik228@mail.ru

В статье рассмотрены актуальные способы создания пульсирующего режима работы в системах водяного отопления. Проводился анализ способов: использование поршневых насосов, двухконтурных мембранных систем, электромагнитных клапанов, кавитационных генераторов пульсаций и роторных прерывателей потока. Для каждого из методов кратко описан принцип действия, сформулированы преимущества и недостатки. Основываясь на патентных и научных источниках выполнен сравнительный анализ по ключевым эксплуатационным критериям: надежности, энергозатратам, эффективности интенсификации теплообмена, сложности внедрения, уровню шума и вибрации. Проанализирована возможность регулировки частоты и амплитуды пульсаций, пригодность для внедрения в системы автоматизации, гидроударно-кавитационные явления. В заключении делается вывод о целесообразности применения рассмотренных решений для различных задач. Результаты данной работы могут быть применены при проектировании новых или модернизации существующих тепловых пунктов.
Ключевые слова: системы водяного отопления, импульсный режим, энергоэффективность, сравнительный анализ.

1. Введение

Повышение энергоэффективности систем теплоснабжения остается одной из самых приоритетных задач. Одним из перспективных и получающих широкое применение направлений является интенсификация теплообмена за счет перехода от стационарного к пульсирующему режиму движения теплоносителя [1,2,3]. Пульсации потока приводят к деструкции ламинарного подслоя у теплообменных поверхностей, увеличению турбулентности и, как следствие, к существенному росту коэффициента конвективной теплоотдачи. Это позволяет повысить тепловую мощность существующей системы без изменения ее геометрии, либо снизить температуру теплоносителя и гидравлическое сопротивление при сохранении мощности.

Цель настоящей работы — систематизировать и провести сравнительную оценку различных методов создания пульсирующего режима движения теплоносителя в системах водяного отопления на основе анализа научных публикаций, патентов и технических отчетов.

2. Методы создания пульсирующего режима

2.1. Механические поршневые насосы

Принцип работы поршневого насоса основан на возвратно-поступательном движении вытеснителя в рабочей камере. За счет кинематической связи через кривошипно-шатунный механизм вращение вала электродвигателя преобразуется в линейное перемещение поршня. При ходе всасывания камера заполняется жидкостью, при ходе нагнетания — происходит вытеснение в напорную магистраль.

Мгновенная подача описывается гармонической зависимостью:

$Q(\varphi) = F * \omega * r * sin\,\varphi$, (2.1.1)

где F — площадь поршня, м²; ω — угловая скорость кривошипа, рад/с; r — радиус кривошипа, м; φ — угол поворота.

Неравномерность подачи количественно оценивается коэффициентом неравномерности $\sigma = Q_{max}/Q_{ср}$. Для одноцилиндрового насоса одностороннего действия $\sigma = \pi$; для трехпоршневого $\sigma = \frac{\pi}{3} \approx 1{,}047$.

Достоинства:

Возможность создания давления высокой амплитуды, независимость подачи от напора, простота регулировки хода поршня.

Недостатки:

Д.В. Ощепков отмечает: «Наличие примесей в перекачиваемой жидкости может привести к выходу из строя клапанов насоса. При возвратно-поступательном движении возникают большие силы инерции, поэтому средняя скорость движения поршня ограничивается значениями 0,5–1 м/с. Поршневые насосы обеспечивают прерывистую подачу жидкости» [4], низкая пригодность для систем автоматизации.

2.2. Двухконтурная мембранная (импульсная) система

«Суть способа заключается в периодическом смешении порции горячего и отработанного теплоносителя и подачи их в СР(*секционные радиаторы – Н.А. Рындин*) системы отопления по гармоническому закону с расходом, в зависимости от частоты пульсаций. Для осуществления способа предложена конструкция ДМН(*двухконтурный мембранный насос – Н.А. Рындин*), включающая две диафрагмы, связанные через жесткий шток. Поэтому порция вытесняемого расхода насосной секции зависит от величины перемещения штока.» [5].

Математическая модель

Расход через систему при гармоническом законе движения штока описывается выражением:

$G(t) = G_0 + G_a \sin(2\pi f t + \varphi_0)$, (2.2.1)

где G_0 — средний расход, кг/с; G_a — амплитуда пульсаций; f — частота, Гц.

Амплитудно-частотные характеристики.

Исследования Левцева А.П., Лысякова А. И., Лапина Е.С., Панкратьева Р. В. [6] показали, что величина комплексного теплового сопротивления $(\Delta t_3/q_2)$ достигает наименьшего значения на частотах пульсации теплоносителя 2,8–3,6 рад/с.

Достоинства:

Низкое энергопотребление, технологичность и ремонтопригодность, надежность, высокая прогнозируемость теплопередачи и гидродинамики процессов.

Недостатки:

Необходимость индивидуальной настройки под конкретную систему, ограниченный диапазон регулировки частоты.

2.3. Управляемые электромагнитные клапаны

Принцип действия.

В напорную магистраль устанавливается быстродействующий соленоидный клапан нормально закрытого или нормально открытого типа. При протекании через катушку электрического тока, возникающее магнитное поле перемещает запорный элемент закрывая или же открывая клапан. Управление может осуществляться программируемым контроллером, формирующим последовательность сигналов с регулируемой частотой f и скважностью $S = T_{\text{откр}}/T_{\text{период}}$.

Гидравлическая характеристика.

При быстром открытии клапана формируется волна давления, при закрытии — происходит срез потока. При использовании современного пропорционального электромагнитного клапана управляемого с помощью принципа широтно-импульсной модуляции, возможно получение близких к синусоидальным пульсаций расхода.

Достоинства:

Возможность реализации сложных законов модуляции, пригодность для автоматизированных систем.

Недостатки:

Низкая циклическая стойкость седла и запорного элемента, генерация гидравлических ударов, потери давления в полностью открытом состоянии.

2.4. Кавитационные генераторы пульсаций

Принцип действия.

Генерация пульсаций основана на эффекте гидродинамической кавитации. При локальном понижении давления в жидкости до давления насыщенных паров образуются парогазовые пузырьки. Образующиеся парогазовые пузырьки, при последующем росте давления, коллапсируют создавая ударные волны с частотой от сотен Гц до десятков кГц.

Механизм интенсификации.

Ударные волны вызывают локальные возмущения пристенного слоя, многократно увеличивая турбулентную диффузию. «Показано, что интенсивность теплоотдачи в суперкавитационном потоке – сложная функция чисел Фруда, Рейнольдса и др. и конвективная составляющая коэффициента теплоотдачи в зависимости от параметров на входе в технологический аппарат составляет от 15 до 40% общего коэффициента теплоотдачи» [7].

Достоинства:

Высокая энергоэффективность, простота эксплуатации, универсальность использования.

Недостатки:

Экспериментальные исследования [8] демонстрируют выраженный эффект – кавитационную эрозию. Генерация широкополосного шума.

2.5. Роторные прерыватели потока

Принцип действия.

Устройство представляет собой вращающийся элемент (золотник, заслонку, перфорированный диск), устанавливаемый в проточном канале. Вращение ротора влечёт за собой изменение площади проходного сечения, что создаёт пульсации расхода и давления. Частота пульсаций определяется числом лопастей z и частотой вращения n: $f = z * n/60$.

Гидравлическая характеристика.

Импульсное давление, генерируемое в канале статора роторной импульсной машины, можно описать формулой:

$$P_e(t) = \rho \frac{dV}{dt}\left[\frac{S_0}{2\pi}\right]^{0.5}, (2.5.1)$$

где $S_0 = a_c * h_c$; a_c, h_c – ширина и высота каналов статора, м, ρ – плотность жидкости, кг/ м^3, V – скорость жидкости в канале статора, м/с.

Течение потока жидкости в канале статора описывается нестационарным уравнением Бернулли. Для установления значений расходных и динамических параметров потока, необходимо найти численное решение уравнения и определить зависимости $dV(t)/dt, V(t)$.

Достоинства:

Простота конструкции, возможность работы в средах с загрязнениями.

Недостатки:

Повышенное гидравлическое сопротивление, вибрация.

3. Сравнительный анализ и обсуждение

1. Надежность.

Наиболее высокий балл (4) присвоен мембранной системе Лапина и кавитационному генератору. Отсутствие трущихся пар в гидравлическом тракте исключает основные причины отказов, характерных для поршневых насосов (износ цилиндропоршневой группы, разрушение седел) и электромагнитных клапанов (усталость мембраны, эрозия седла). Так же следует отметить их высокую ремонтопригодность.

2. Энергозатраты.

Система Лапина демонстрирует минимальное энергопотребление: мощность привода расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений и потери на трение в штоке, тогда как поршневой насос потребляет электроэнергию на сжатие жидкости в течение всего цикла нагнетания. Кавитационный генератор зачастую можно рассматривать как пассивное устройство.

3. Интенсификации.

Максимальный прирост теплоотдачи обеспечивают кавитационные генераторы за счет воздействия на пограничный слой. Однако в системах отопления с рабочим давлением 0,3–0,6 МПа устойчивый кавитационный режим достигается только при значительном дросселировании, что снижает общую энергоэффективность.

4. Гибкость управления.

Безусловным лидером являются электромагнитные клапаны с ШИМ-управлением. Они позволяют в реальном времени скважность от 10 до 90% и имеют среднее время переключения в 20мс, что позволяет работать с частотой до 25 Гц. Данные показатели делают их незаменимыми в исследовательских установках.

5. Шум и вибрация.

Поршневые насосы и создают неприемлемый для жилых помещений уровень шума (65–85 дБ). Мембранные системы производят значительно меньше шума (40 дБ), что позволяет их интегрировать в существующие инженерные системы без дополнительной звукоизоляции. Количество шума производимого кавитационными генераторами сильно зависит от рассматриваемой модели и конфигурации.

6. Технико-экономическая эффективность.

Учитывая комплекс критериев (надежность, энергопотребление, пригодность к длительной непрерывной эксплуатации) **наиболее сбалансированным решением для систем водяного отопления является двухконтурная мембранная система**. При первоначальных более высоких затратах на проектирование, включающими сложные тепло-гидравлические расчёты, эксплуатационные затраты минимальны, а экономический эффект достигается за счёт повышения качества температурного режима здания и составляет 1400 тыс. рублей в расчёте цен 2022г.

Сводные результаты сравнительного анализа по ключевым эксплуатационным критериям представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная оценка методов создания пульсирующего режима

Критерий	Поршневой насос	Система Лапина	Э/м клапан	Кавитационный генератор	Роторный прерыватель
Надежность и ресурс	2	4	2	4	3
Энергозатраты на генерацию	2	5	3	4	3
Гидравлические потери	3	4	2	3	2
Эффективность интенсификации	3	4	3	5	3
Уровень шума и вибрации	2	4	4	3	3
Гибкость регулировки	2	3	5	2	4
Сложность внедрения	3	2	4	3	4
Стоимость изготовления	3	3	5	4	4

Критерий	Поршневой насос	Система Лапина	Э/м клапан	Кавитационный генератор	Роторный прерыватель
Пригодность для отопления	2	5	3	2	3
ИТОГОВЫЙ БАЛЛ	**22**	**34**	**31**	**30**	**29**

4. Заключение

Таким образом,

- **поршневые насосы** следует рассматривать только для специальных технологических задач, требующих высоких давлений пульсаций.
- **электромагнитные клапаны** оптимальны для лабораторных исследований и демонстрационных стендов.
- **кавитационные генераторы** перспективны для решения особых промышленных задач.
- **роторные прерыватели** могут эффективно применяться в системах, где требуется генерация импульсных режимов течений жидкости при наличии примесей или загрязнений.
- **двухконтурные мембранные системы** (система Лапина) являются приоритетным решением для жилого и коммунального сектора.

Литература

1. Система теплоснабжения и способ организации ее работы: пат. 2510465 Рос. Федерация: МПК F01K17/00 / Левцев А.П., Лысяков А.И., Лямзин А.А.: заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. - № 2012156151/06; заявл. 24.12.2012; опубл. 27.03.2014.
2. Система теплоснабжения промышленных объектов и способ ее осуществления: пат. 2583499 Рос. Федерация: МПК F01K17/00 / Левцев А.П., Лысяков А.И., Цыцарева Е.И.: заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. - № 2014141448/02; заявл.; 14.10.2014; опубл. 10.05.2016.
3. Система отопления пола жилых и производственных помещений: пат. 2581556 Рос. Федерация: МПК F24D3/14 / Левцев А.П., Лысяков А.И., Кузнецов А. А.: заявитель и патентообладатель Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. - № 2014152393/12; заявл.; 23.12.2014; опубл. 20.04.2016.
4. Ощепков Д. В. Исследование проблем поршневых насосов // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2011. №5-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-problem-porshnevyh-nasosov (дата обращения: 13.02.2026).
5. Лапин, Е. С. Разработка пульсирующих режимов подачи теплоносителя в системах отопления зданий с секционными радиаторами : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук : 2.1.3 / Лапин Евгений Сергеевич ; [Волгоградский государственный технический университет]. – Волгоград, 2023. – 24 с.
6. Левцев А. П., Лысяков А. И., Лапин Е. С., Панкратьев Р. В. Моделирование теплопередачи отопительного прибора с пульсирующим режимом течения теплоносителя // Инновации и инвестиции. 2019. №10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-teploperedachi-otopitelnogo-pribora-s-pulsiruyuschim-rezhimom-techeniya-teplonositelya (дата обращения: 15.02.2026).
7. Дубровская, О. Г. Технология гидротермодинамической обработки природных и сточных вод с использованием эффектов кавитации : автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук : 01.04.14, 05.23.04 / Дубровская Ольга Геннадьевна. – Красноярск, 2007. – 22 с.
8. Сиротюк М.Г. Экспериментальные исследования ультразвуковой кавитации // Мощные ультразвуковые поля / Под ред. Л.Д. Розенберга. – М.: Наука, 1968. – Ч. 5. – С. 168 – 220.

Comparative Analysis of Methods for Generating Pulsating Flow in Hydronic Heating Systems

Ryndin N.A.

National Research Mordovia State University named after N. P. Ogarev

JEL classification: L61, L74, R53

The article considers current methods for generating a pulsating flow regime in water heating systems. The following techniques are analyzed: the use of piston pumps, dual-circuit membrane systems, electromagnetic valves, cavitation pulsation generators, and rotary flow interrupters. For each method, the operating principle is briefly described, and the main advantages and disadvantages are outlined. Based on patent and scientific literature, a comparative analysis is carried out according to key operational criteria: reliability, energy consumption, heat transfer intensification efficiency, implementation complexity, and noise and vibration levels. The possibility of adjusting pulsation frequency and amplitude, suitability for integration into automation systems, as well as water hammer and cavitation effects are examined. The conclusion discusses the feasibility of applying the considered solutions to various engineering tasks. The results of this study can be used in the design of new heat supply stations or the modernization of existing ones.

Keywords: hydronic heating systems, pulsed operation, energy efficiency, comparative analysis.

References

1. The heat supply system and the method of organizing its work: US Pat. 2510465 Ros. Federation: IPC F01K17 / 00 / Levtsev A.P., Lysyakov A.I., Lyamzin A.A .: applicant and patent holder of the National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva. - No. 2012156151/06; declared 12/24/2012; publ. 03/27/2014.
2. The heat supply system of industrial facilities and the method of its implementation: US Pat. 2583499 Ros. Federation: IPC F01K17 / 00 / Levtsev A.P., Lysyakov A.I., Tsytsareva E.I.: applicant and patent holder of the National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva. - No. 2014141448/02; declared .; 10/14/2014; publ. 05/10/2016.
3. Floor heating system for residential and industrial premises: US Pat. 2581556 ROS. Federation: IPC F24D3 / 14 / Levtsev A.P., Lysyakov A.I., Kuznetsov A.A .: applicant and patent holder National Research Mordovian State University named after N.P. Ogareva. - No. 2014152393/12; declared .; 12/23/2014; publ. 04/20/2016.
4. Oshchepkov D.V. (2011). Investigation of problems of piston pumps. Intellectual Potential of the 21st Century: Stages of Cognition, No. 5-2. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-problem-porshnevyh-nasosov (accessed 13.02.2026).
5. Lapin E.S. (2023). Development of pulsating modes of heat carrier supply in building heating systems with sectional radiators. Extended abstract of PhD dissertation. Volgograd State Technical University, Volgograd. 24 p.
6. Levtsev A.P., Lysyakov A.I., Lapin E.S., Pankratev R.V. (2019). Modeling of heat transfer of the heating unit with a pulsating mode of flow of coolant. Innovations and Investments, No. 10. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-teploperedachi-otopitelnogo-pribora-s-pulsiruyuschim-rezhimom-techeniya-teplonositelya (accessed 15.02.2026).
7. Dubrovskaya O.G. (2007). Technology of hydrothermodynamic treatment of natural and wastewater using cavitation effects. Extended abstract of PhD dissertation. Krasnoyarsk. 22 p.
8. Sirotyuk M.G. (1968). Experimental studies of ultrasonic cavitation. In L.D. Rozenberg (Ed.), Powerful ultrasonic fields, Part 5, pp. 168–220. Moscow: Nauka.

Исследование влияния нарушения сцепления арматуры с бетоном на несущую способность и деформативность железобетонных изгибаемых элементов

Саузина Анастасия Денисовна
студент, НИУ МГСУ, nastyasau5555@gmail.com,

Попов Дмитрий Сергеевич
к.т.н., доцент кафедры железобетонных и каменных конструкций, НИУ МГСУ, popovds89@mail.ru

В данной статье исследуется влияние эксплуатационных повреждений на несущую способность и деформативность изгибаемой коррозионно-поврежденной конструкции из железобетона с различными участками потери сцепления арматуры с бетоном по длине. Задачей являлось нахождение закономерностей несущей способности и деформативности в зависимости от длины участка, на котором наблюдаются повреждения и проведение сравнительного анализа аналитического и численного расчетов. На основе анализа научной литературы были определены основные типы эксплуатационных повреждений железобетонных строительных конструкций, приведены методы расчета железобетонных конструкций с нарушенным сцеплением арматуры с бетоном. Данное исследование имеет цель спрогнозировать несущую способность и прогиб железобетонной изгибаемой конструкции с учетом длины потери сцепления арматуры с бетоном вследствие поражения его коррозией.
Ключевые слова: эксплуатационные повреждения, коррозия, железобетонная балка, сцепление арматуры с бетоном, несущая способность, деформативность.

Введение

Строительные конструкции из железобетона начиная с этапа строительства и в течение всего срока эксплуатации подвержены воздействию агрессивных факторов окружающей среды. Проблема эксплуатационных повреждений актуальна, поскольку снижение прочностных характеристик несущих конструкций ведет к разрушению здания и невозможности его нормальной эксплуатации.

На основании результатов обследований железобетонных конструкций можно утверждать, что повреждения, связанные с нарушением сцепления арматуры с бетоном, являются одними из наиболее распространенных. Большинство таких повреждений возникает из-за коррозии арматурных стержней [1, 2], причинами появления которой могут быть механические повреждения бетона, химические процессы в окружающей среде, повышенная влажность. Она ведет к образованию трещин и снижает несущую способность конструкции [3, 4, 5]. Существенные повреждения коррозией могут привести к хрупкому разрушению железобетонной конструкции, поскольку меняются размеры и высота сжатой зоны бетона согласно исследованиям [6], а в [7, 8] отмечен факт перераспределения внутренних усилий в изгибаемой конструкции.

Полная потеря сцепления арматуры с бетоном происходит при значительных коррозионных повреждениях, например, на стадии откола защитного слоя. В остальных случаях оно нарушается частично и может доходить до 70% от первоначального значения [9] и [10].

В своих исследованиях А.Б. Чаганов [11] выделяет параметры суммарной длины участков с продольными коррозионными трещинами и суммарной длины зон отслоения защитного слоя вдоль рабочей арматуры, как влияющие в наибольшей степени на прочностные и деформационные характеристики конструкции.

Для оценки изменения несущей способности и деформативности в качестве объекта для исследования принимается шарнирно-опертая железобетонная балка пролетом 6,0м и размерами сечения 300х500мм. Бетон был принят класса В20 и арматура класса А500С, характеристики материалов приняты нормативными. Сопротивление арматуры в сжатой зоне приято из условий совместного деформирования с бетоном ($\varepsilon_s = \varepsilon_b$), равным $\sigma_{sc} = 0,002 \cdot E_s = 400 Mna \cdot$

Принятое продольное армирование:

— У нижней грани: 3 стержня Ø18 (A_s = 7,63 см^2).

— У верхней грани: 2 стержня Ø14 А500С (A'_s= 3,08 см^2).

Предельный изгибающий момент сечения [12]:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b} = \frac{50 \cdot 7,63 - 40 \cdot 3,08}{1,5 \cdot 30} = 5,74 \text{ см}$$

$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + Rsc \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 1,5 \cdot 30 \cdot 5,74 \cdot (45 - 0,5 \cdot 5,74) + 40 \cdot 3,08 \cdot (45 - 5) = 15810,18$ кН · см = 158,1 кН · м

Коррозионное повреждение железобетонной балки моделировалось путем уменьшения диаметра растянутой арматуры с 18 мм до 14 мм, что соответствует потере сечения около 40 %. Такой значительный процент потери сечения выбран для того, чтобы исключить влияние коррозии арматуры на результаты исследования, которое направлено на оценку напряжённо-деформированного состояния конструкций при переменной длине нарушения сцепления растянутой арматуры с бетоном.

Предельный изгибающий момент сечения с коррозионно-поврежденной арматурой [12]:

$$x = \frac{R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s}{R_b \cdot b} = \frac{50 \cdot 4,62 - 40 \cdot 3,08}{1,5 \cdot 30} = 2,4 \text{ см}$$

$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x \cdot (h_0 - 0,5 \cdot x) + Rsc \cdot A'_s \cdot (h_0 - a') = 1,5 \cdot 30 \cdot 2,4 \cdot (45 - 0,5 \cdot 2,4) + 40 \cdot 3,08 \cdot (45 - 5) = 9658,40$ кН · см = 96,58 кН · м

По методике, разработанной в [11] оценим несущую способность и прогибы коррозионно-поврежденной балки с нарушением сцепления арматуры с бетоном:

Показатель несущей способности определяется как:

$M_{факт} = M \cdot K_p$

где P - несущая способность изгибаемого элемента без повреждений

K_p - коэффициент снижения несущей способности принимается равным: $K_p = 1 - 0,07 \cdot L_{отс} - 0,004 \cdot L_{тр}$, ($L_{тр}$ – суммарная длина участков с продольными коррозионными трещинами, м (рис.1), $L_{отс}$ – суммарная

длина зон отслоения защитного слоя бетона вдоль рабочей арматуры, м (рис. 1)).

Рисунок 1– Схема повреждений в элементах балки

Теоретический прогиб определяется как:

$f_{факт} = f \cdot K_f$

где f – величина прогиба изгибаемого элемента без повреждений

K_f - коэффициент увеличения прогибов принимается равным: $Kf = 1 + 0{,}03 \cdot L_{тр} + 0{,}18 \cdot L_{отс}$.

Рассматривались схемы с участками нарушенного сцепления арматуры с бетоном в процентном соотношении 3%, 5%, 10% и далее с увеличением на 10% до 100% (значение $L_{тр} = L_{отс}$ принималось от 200 до 6000мм).

Полученные результаты аналитического расчета значений $M_{факт}$ и $f_{факт}$ с учетом коэффициентов, корректирующих значения несущей способности и прогиба конструкции, были объединены в графические зависимости совместно с результатами из ПК ЛИРА-САПР для дальнейшего их сравнения.

Моделирование расчетной схемы балки в ПК ЛИРА-САПР

Выполнена численная модель шарнирно опертой балки сечением 300х500мм пролетом $L = 6{,}0$ м. Тело бетона моделируется физически нелинейным универсальным пространственным 8- узловым изопараметрическим КЭ типа 236. Армирование балки принято аналогично аналитическим расчетам, моделируется при помощи физически нелинейных универсальных пространственных стержневых КЭ типа 210. Нелинейное поведение бетона и арматуры учитывается путем введения нелинейных диаграмм деформирования. Для обеспечения совместной работы арматуры с бетоном, узлы стержней соединяются с узлами объемных КЭ.

Моделирование отпадание защитного слоя бетона выполнялось путем назначения двум конечным элементам по высоте (100мм) класс бетона В3.5 (назначение пониженного класса бетона, а не удаления двух конечных элементов необходимо для адекватной работы модели балки). Коррозионное повреждение в зоне отслоения бетона моделируется путем уменьшения диаметра арматуры до 25мм. Уменьшение сечения стержней составляет около 40%. (рис.2)

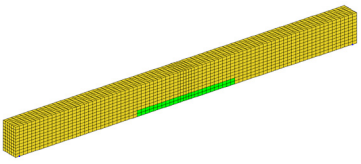


Рисунок 2 – Расчетная модель балки с повреждением 30% (2000мм)

Методика исследования

В рамках настоящего исследования была выполнена оценка работы железобетонных балок, подверженных коррозионному повреждению различной длины (от 5% до 100% длины элемента). Расчёт проводился тремя подходами:

- согласно методике СП 63.13330, позволяющей получить единственное расчётное значение несущей способности и прогиба без учёта длины повреждения (отсутствия сцепления арматуры с бетоном);
- с использованием численного моделирования, позволяющего учитывать распределение повреждений вдоль элемента;
- с применением альтернативного аналитического подхода, основанного на введении понижающих коэффициентов, учитывающих степень и длину коррозионного повреждения [11].

Согласно нормативному расчёту, прогиб балки составил 28,9 мм, а несущая способность — 96,6 кН·м. Данные значения были приняты в качестве базовых и далее корректировались в аналитическом методе с использованием коэффициентов, отражающих степень повреждения.

Анализ результатов расчета

Построено несколько моделей балки с различной степенью повреждения в ПК ЛИРА-САПР. Результаты сведены в графические зависимости (рис. 3-5).

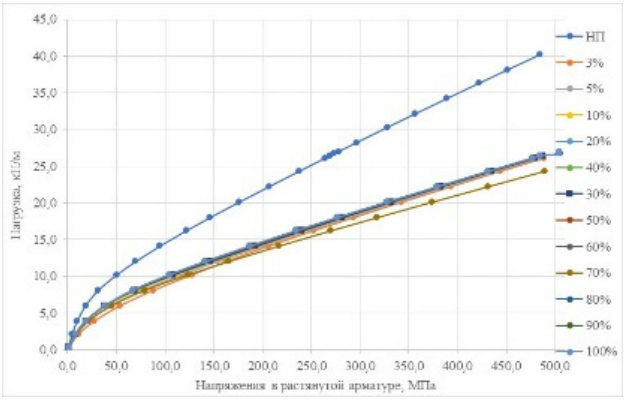


Рисунок 3 – Зависимость «Степень повреждений - Напряжения в растянутой арматуре» для различных степеней повреждения балки

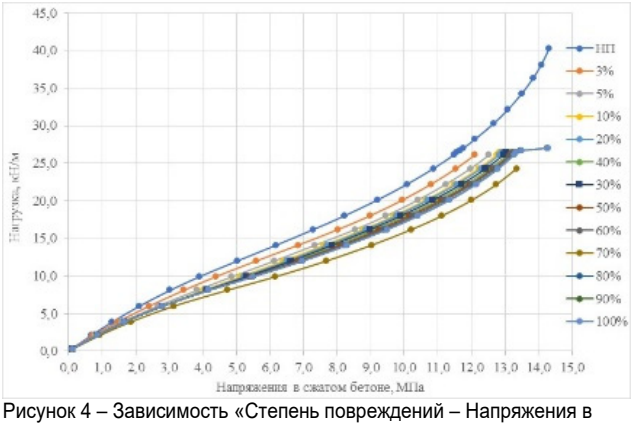


Рисунок 4 – Зависимость «Степень повреждений – Напряжения в сжатом бетоне» для различных степеней повреждения балки

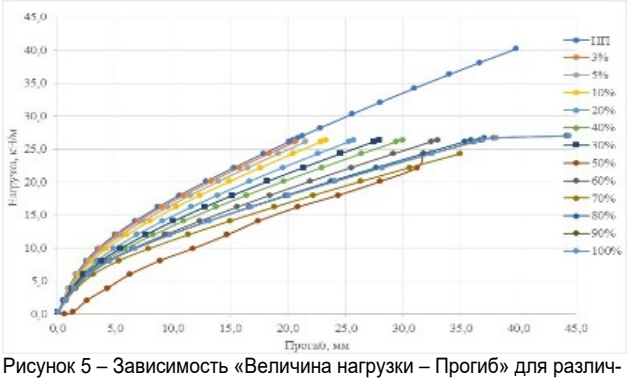


Рисунок 5 – Зависимость «Величина нагрузки – Прогиб» для различных степеней повреждения балки

Анализ полученных графическим зависимостей дал следующие результаты:

1. Напряжения в растянутой арматуре по мере увеличения длины коррозионного участка достигают предела текучести при одинаковой нагрузке.
2. Напряжения в бетоне не достигают значения своего предельного сопротивления, соответственно разрушение происходит по арматуре и имеет пластический характер.
3. Максимальный прогиб балки значительно уменьшился со появлением коррозионного участка с 40 мм до 21мм, уже по мере увеличения коррозионного участка изменение прогибов находится в диапазоне от 21 мм до 37мм.

Сравнение результатов аналитического и численного расчета балки

Сравнение результатов численного расчета и аналитического расчета приводятся в качестве объединенных графиков зависимостей «Несущая способность – Степень повреждения конструкции (рис. 6). Для

корректного сравнения результатов прогибов поврежденной балки значения прогибов при численном расчете принимается при нагружении в 100% (рис. 7).

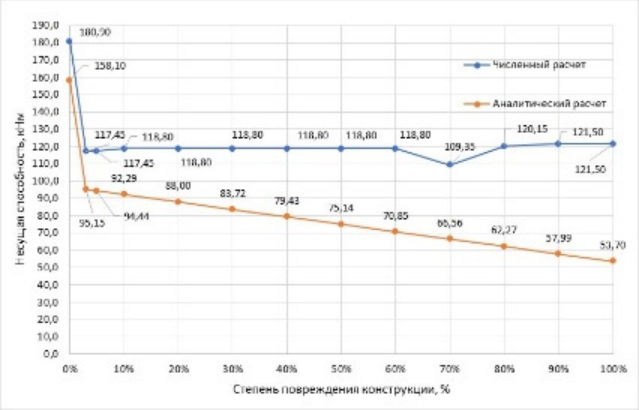


Рисунок 6 – Сравнение результатов несущей способности поврежденной балки аналитического и численного расчетов

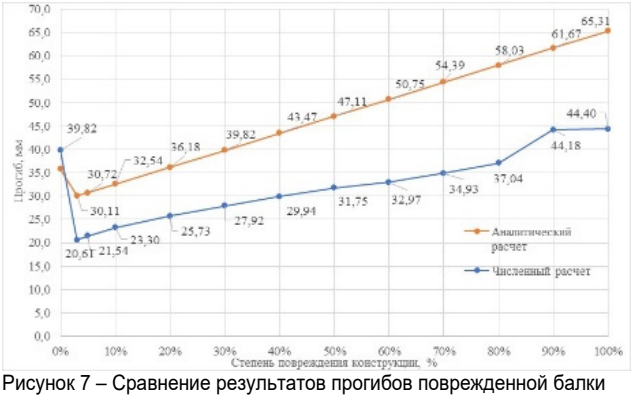


Рисунок 7 – Сравнение результатов прогибов поврежденной балки аналитического и численного расчетов

По результатам аналитического и численного расчета коррозионно-поврежденной железобетонной балки с изменением длины сцепления арматуры с бетоном можно отследить влияние этого параметра на прочностные и деформативные характеристики элемента. В результате сравнения полученных результатов (рис.6-7) можно сделать следующие заключения:

1. Результаты по несущей способности обоих расчетов не показали высокой сходимости. При численном расчете при достижении 5% повреждений показатель несущей способности резко падает и практически не меняется до 100% коррозионного повреждения. По аналитическому расчету зависимость несущей способности от степени повреждения стабильно имеет убывающий линейный характер.

2. Графики, отражающие изменение значений максимальных прогибов имеют схожее поведение, на участке графика для повреждений 5-100% они практически параллельны. Зависимость, отражающая аналитический расчет, имеет строго линейный характер в отличие от кривой численного расчета. Средний процент сходимости составляет 30%.

Выводы

Проведённое исследование показало, что нормативный подход (СП 63.13330), оперирующий единичными значениями, не позволяет учитывать влияние протяжённости повреждения и, следовательно, ограничен в применении для подобных задач. Альтернативный аналитический метод учитывает данный фактор через коэффициенты, однако носит упрощённый характер.

Численное моделирование, в свою очередь, позволяет более детально описать поведение конструкции, включая перераспределение усилий и изменение жёсткости, однако полученные результаты не всегда демонстрируют однозначное соответствие аналитическим зависимостям. В частности, выявлены значительные расхождения в оценке несущей способности и заметные отличия в характере изменения прогибов.

Таким образом, результаты работы подтверждают, что **численные методы расчёта не всегда однозначно отражают теоретические предпосылки и упрощённые аналитические модели**. Это обусловлено сложностью реального поведения коррозионно-повреждённых конструкций, включающего нелинейные эффекты, локальные дефекты и перераспределение напряжений.

В связи с этим для повышения достоверности оценки напряжённо-деформированного состояния и несущей способности подобных элементов **необходимым является проведение экспериментальных исследований**, позволяющих верифицировать как численные модели, так и аналитические зависимости, и обеспечить корректную интерпретацию их результатов.

Литература

1. Смоляго Г.А. Изучение влияния дефектов железобетонных конструкций на развитие коррозионных процессов арматуры / Г.А. Смоляго, В.И. Дронов, А.В. Дронов, С.И. Меркулов // Промышленное и гражданское строительство. - 2014. — №12. — С. 49-51
2. Никитин, В. Г. Трещинообразование в бетоне и его влияние на прочность конструкций. Санкт-Петербург: Научный мир, 2018;
3. Мосинов, А. А. и другие Коррозия армирующих стержней в бетонных конструкциях. Москва: Стройиздат, 1999
4. Виноградов О. Г. Влияние коррозии арматуры на её сцепление с бетоном // Повышение эффективности и качества сельскохозяйственного строительства. – Саратов, 1982. – С. 96-97. ;
5. Zhang, J. и другие. A study on the mechanisms of alkali-silica reaction. Construction and Building Materials, 24(3), 213-222, 2010
6. Курченко Н. С., Гришков В. А. К оценке жесткости коррозионно-повреждаемых железобетонных балок // ИВД. 2022. №9 (93);
7. Тамразян А.Г., Сайед Й.А.К. Сравнение перераспределения моментов в корродированных и некорродированных статически неопределимых железобетонных балках // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 4. С. 557–568. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.4.557-568;
8. Попов Д. С. Перераспределение усилий в коррозионно-поврежденных статически неопределимых двухпролетных железобетонных балках // ИВД. 2022. №7 (91);
9. Бондарь, А. Г. Основы технологии бетонных работ. Екатеринбург: Издательство УГТУ-УПИ, 2017;
10. Mehta, P.K., & Monteiro, P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. 3rd Edition. McGraw-Hill, 2006;
11. Чаганов А.Б. Прочность и жесткость железобетонных ребристых плит с нарушением сцепления арматуры с бетоном. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. –М., 2008. – С.149-153.;
12. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Research on the effect of reinforcement bond failure on the load-bearing capacity and deformability of reinforced concrete bending elements.

Sauzina A.D., Popov D.S.
National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

This article studies the effect of operational damage on the load-bearing capacity and deformability of a flexed corrosion-damaged reinforced concrete structure with different sections of loss of reinforcement-concrete adhesion along the length. The task was to find the patterns of load-bearing capacity and deformability depending on the length of the section where the damage is observed and to conduct a comparative analysis of analytical and numerical calculations. Based on the analysis of scientific literature, the main types of operational damage to reinforced concrete building structures were identified, and methods for calculating reinforced concrete structures with impaired reinforcement-concrete adhesion were presented. This study aims to predict the load-bearing capacity and deflection of a reinforced concrete bending structure, taking into account the loss of reinforcement-concrete bond due to corrosion.

Keywords: operational damage, corrosion, reinforced concrete beam, reinforcement-concrete bond.

References

1. Smolyago, G.A. Study of the Influence of Defects of Reinforced Concrete Structures on the Development of Corrosion Processes of Reinforcement / G.A. Smolyago, V.I. Dronov, A.V. Dronov, S.I. Merkulov // Industrial and Civil Construction. - 2014. - No. 12. - Pp. 49-51
2. Nikitin, V. G. Crack Formation in Concrete and Its Influence on the Strength of Structures. Saint Petersburg: Nauchny Mir, 2018;
3. Mosinov, A. A. and others. Corrosion of reinforcing rods in concrete structures. Moscow: Stroyizdat, 1999
4. Vinogradov O. G. Influence of reinforcement corrosion on its adhesion to concrete // Increasing the efficiency and quality of agricultural construction. – Saratov, 1982. – Pp. 96-97. ;
5. Zhang, J. and others. A study on the mechanisms of alkali-silica reaction. Construction and Building Materials, 24(3), 213-222, 2010
6. Kurchenko N. S., Grishkov V. A. On the assessment of the stiffness of corrosion-damaged reinforced concrete beams // IVD. 2022. No. 9 (93);
7. Tamrazyan A.G., Syed Y.A.K. Comparison of Moment Redistribution in Corroded and Non-Corroded Statically Indeterminate Reinforced Concrete Bridges // Vestnik MGSU. 2024. Vol. 19. No. 4. Pp. 557–568. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.4.557-568;

Расчет несущей способности буронабивной сваи в скальном массиве в условиях осевого сжатия

Зерцалов Михаил Григорьевич
доктор технических наук, профессор кафедры Механики грунтов и геотехники НИУ МГСУ, mzertsalov@yandex.ru
Силантьева Дарья Александровна
преподаватель кафедры Механики грунтов и геотехники НИУ МГСУ, silantevada@mgsu.ru

В данной статье представлена новая методика расчёта несущей способности буронабивных свай в скальных грунтах при осевом сжатии, основанная на комплексном подходе, включающем численное моделирование в программе Z_Soil 3D и регрессионный анализ результатов многофакторного эксперимента. Предложенные уравнения регрессии позволяют определять как осадки головы сваи, так и долю нагрузки, воспринимаемую основанием.

Ключевые слова: буронабивные сваи, скальный массив, скальный грунт, несущая способность, численное моделирование, регрессионный анализ.

Введение

В настоящее время в действующем нормативном документе [1], регламентирующим расчет несущей способности буронабивных свай в скальном массиве, описано три случая взаимодействия сваи со скальным грунтом, в данной работе рассматривается наиболее сложный сценарий взаимодействия: несущая способность обеспечивается как несущей способностью под нижним концом сваи, так и по ее боковой поверхности. Расчет несущей способности сваи для данного случая недопустимо реализовывать как простое суммирование двух показателей, необходимо выполнение численного моделирования с целью определения фактической доли нагрузки, приходящейся на дно и боковую поверхность сваи и, пропорционально которой, необходимо считать значение несущей способности.

Также важно отметить, что современная методика расчета свай в скальном массиве, представленная в СП 24, не учитывает ряд факторов, оказывающих существенное влияние на характер разрушения и деформирования рассматриваемой системы «свая – скальный массив» [2], что приводит к большим запасам несущей способности, перерасходу материалов и, как следствие, экономической нецелесообразности. Связано это со сложностью определения достоверных механических свойств скального массива, по причине наличия масштабного эффекта, а также со сложностью учета корректной работы контакта сваи с массивом по боковой поверхности.

Все вышеизложенное диктует необходимость разработки аналитической методики расчета доли нагрузки, приходящейся на дно сваи, а также перемещений головы сваи, учитывающей особенности совместной работы буронабивной сваи со скальным массивом. Такая методика существенно облегчит проектирование буронабивных свай, заглубляемых в скальное основание, и снимет необходимость выполнения большого количества численных расчетов.

Обсуждение методов и результатов исследования

Методика расчета несущей способности буронабивной сваи, заглубляемой в скальный массив создана на основе совместного использования численного моделирования в ПВК Z_Soil 3D (ПВК), реализованного в соответствии с методом планирования эксперимента, и регрессионного анализа полного многофакторного эксперимента (ПФЭ). Результатом выполненной работы стал ряд уравнений регрессии, связывающих функции отклика – осадка сваи; доля сжимающей нагрузки, воспринимаемая пятой сваи, с независимыми исходными факторами, оказывающими ключевое влияние на работу системы «свая – скальный массив» (далее – Система). В результате анализа литературы было установлено, что к таким факторам относятся:

– Отношение модуля деформации материала сваи и модуля деформации массива [3,4]- Eb/Er ;

– Показатель качества скального массива [5,6] – RQD, %;

– Отношение длины заделки сваи в массив к ее диаметру [7;8;9] - L/D, м;

– Касательная жесткость контактного элемента «свая-массив» [10;11;12;13] - ks, МПа.

Установив интервалы варьирования факторов для скального массива средней прочности и трещиноватости по Чангу [6], была построена матрица планирования эксперимента для выполнения численных расчетов (Таблица 1).

Таблица 1
Матрица планирования эксперимента в натуральных величинах

№ РС*	E_b/E_r	RQD, %	L/D	k_s, МПа
1	6,5	25	2,5	50000
2	0,65	25	2,5	50000
3	6,5	75	2,5	50000
4	0,65	75	2,5	50000
5	6,5	25	10	50000
6	0,65	25	10	50000
7	6,5	75	10	50000
8	0,65	75	10	50000
9	6,5	25	2,5	700000
10	0,65	25	2,5	700000
11	6,5	75	2,5	700000
12	0,65	75	2,5	700000
13	6,5	25	10	700000
14	0,65	25	10	700000
15	6,5	75	10	700000
16	0,65	75	10	700000

**Примечание: РС – расчетная схем*

В соответствии с матрицей планирования эксперимента было проведено шестнадцать численных расчетов, по результатам анализа которых получены значения двух функций откликов: осадки головы сваи S, м.; доли нагрузки, воспринимаемой пятой сваи - Qb/Q, значения которых фиксировались на трех этапах расчета, соответствующих окончаниям характерных интервалов обобщенной кривой «осадка-нагрузка» Системы [14] (рисунок 1):

– окончание упругой работы системы, начало разрушения контактного элемента – т.А;

– окончание разрушения контактного элемента – т.В;

– разрушение системы - разрушение первых элементов сваи/массива – т.С.

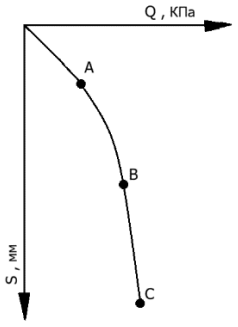


Рис.1 Обобщенная кривая «осадка – нагрузка» [14]

Ниже представлена расчетная схема № 10 (рисунок 2), на примере которой представлены результаты, которые фиксировались в качестве функций откликов. Исходные данные соответствуют строке 10 матрицы планирования эксперимента (таблица 1).

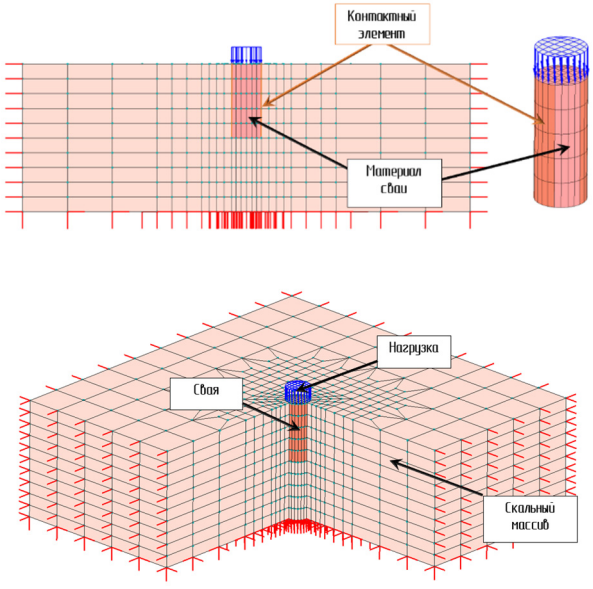
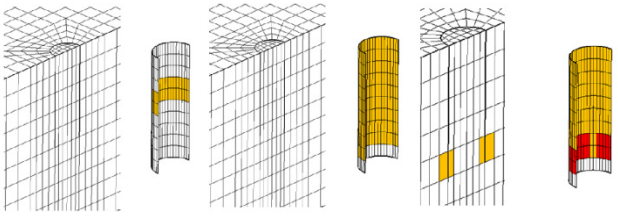


Рис.2 Фрагменты типовой расчетной схемы

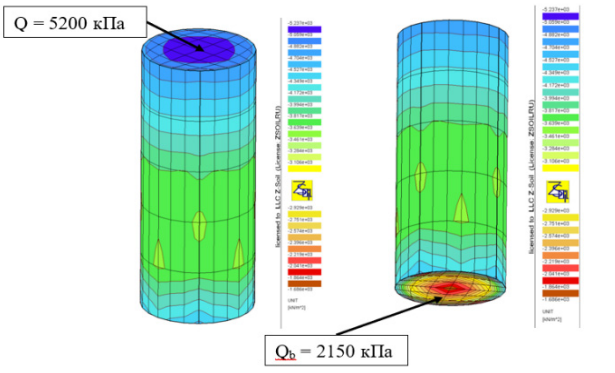
На рисунке 3 представлены фрагменты расчетной схемы №10 в характерные моменты разрушения системы «свая-скальный массив».



(а) (б) (в)

Рис.3 Фрагменты РС №10, зоны разрушения. (а) – т.А, окончание упругого участка, начало разрушения контактного элемента; (б) – т.Б, полностью разрушившийся контактный элемент; (в) – т.В, разрушение Системы.

На каждом соответствующем рисунку 3 этапе фиксировались значения перемещений головы сваи (Рисунок 4а) и напряжения в свае (рисунок 4б), с цель. расчета доли нагрузки, приходящейся на основание.



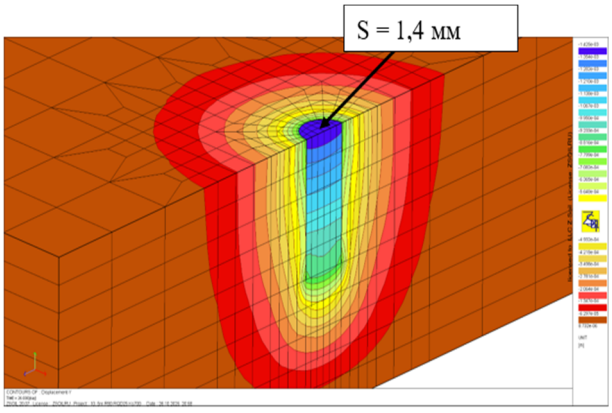


Рис.4 Изополя фрагмента РС №10 в т.А: изополя перемещений Системы; изополя напряжений, возникающих в свае.

Аналогичным образом фиксировались значения функций откликов на всех трех этапах для шестнадцати расчетных случаев, итоговые результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты численного моделирования – значения функций откликов.

№ РС	т.А		т.В		т.С	
	S,мм	Qb/Q, КПа	S,мм	Qb/Q, Кпа	S,мм	Qb/Q, Кпа
1	2,0	0,66	2,6	0,66	3,1	0,66
2	5,1	0,69	6,7	0,70	8,6	0,74
3	0,9	0,80	1,2	0,80	1,4	0,80
4	3,7	0,82	4,2	0,83	4,6	0,85
5	5,5	0,32	6,8	0,31	7,6	0,32
6	9,0	0,37	17,3	0,41	17,9	0,42
7	4,5	0,51	5,3	0,50	5,3	0,50
8	8,7	0,55	12,5	0,54	13,0	0,54
9	1,3	0,40	1,6	0,62	3,2	0,55
10	1,4	0,41	1,8	0,43	8,9	0,70
11	0,8	0,46	1,4	0,53	1,6	0,56
12	1,8	0,48	3,1	0,53	4,6	0,56
13	1,5	0,17	4,7	0,17	5,7	0,21
14	1,6	0,13	7,7	0,20	17,1	0,39
15	0,7	0,14	6,1	0,19	6,7	0,21
16	1,2	0,08	7,1	0,10	7,4	0,10

Далее посредством опции «Анализ данных» в ПК Excel был проведен регрессионный анализ с выводом уравнений для определения перемещений головы сваи и доли нагрузки, приходящейся на основание для трех этапов изменения напряженно-деформированного состояния системы «свая-скальный массив». В таблице 3 представлены выведенные уравнения в кодированных величинах, а также показатели статистической обработки результатов.

Далее был реализован переход от кодированных величин к натуральным, учитывая следующие формулы:

$$x1 = \frac{\frac{E_b}{E_r} - 3{,}575}{2{,}925};\ x2 = \frac{RQD - 50}{25};$$

$$x3 = \frac{\frac{L}{D} - 6{,}25}{3{,}75};\ x4 = \frac{k_s - 375000}{325000}.$$

Таблица 3
Полученные уравнения регрессии.

Уравнения	Статистическая обработка	
	R^2	F
Уравнения S,мм		
$f(Sa) = 0{,}0031 + 0{,}0010x1 - 0{,}0003x2 + 0{,}0010x3 - 0{,}0018x4 + 0{,}0002x1x2 - 0{,}00008x1x3 - 0{,}0007x1x4 - 0{,}000002x2x3 + 0{,}0001x2x4 - 0{,}0010x3x4$	0,99	0,0001
$f(Sb) = 0{,}0056 + 0{,}0019x1 - 0{,}0005x2 + 0{,}0028x3 - 0{,}0014x4 + 0{,}0003x1x2 + 0{,}0008x1x3 - 0{,}0012x1x4 - 0{,}0002x2x3 + 0{,}0008x2x4 - 0{,}0006x3x4$	0,97	0,0028
$f(Sc) = 0{,}0073 + 0{,}0030x1 - 0{,}0017x2 + 0{,}0028x3 - 0{,}004x4 - 0{,}0011x1x2 + 0{,}0008x1x3 - 0{,}0004x1x4 - 0{,}0003x2x3 - 0{,}0001x2x4 - 0{,}0005x3x4$	0,96	0,0067
Уравнения Qb/Q		
$f(Qb/Q(a)) = 0{,}4373 + 0{,}0051x1 - 0{,}0428x2 - 0{,}1541x3 - 0{,}1534x4 - 0{,}0019x1x2 - 0{,}0059x1x3 - 0{,}0135x1x4 - 0{,}0065x2x3 - 0{,}0369x2x4 - 0{,}0011x3x4$	0,99	0,00022
$f(Qb/Q(b)) = 0{,}4707 - 0{,}0028x1 + 0{,}0321x2 - 0{,}1680x3 - 0{,}1241x4 - 0{,}00005x1x2 + 0{,}0124x1x3 - 0{,}0281x1x4 - 0{,}0014x2x3 - 0{,}0417x2x4 - 0{,}0149x3x4$	0,98	0,0010
$f(Qb/Q(c)) = 0{,}5065 + 0{,}0312x1 + 0{,}0321x2 - 0{,}1706x3 - 0{,}0969x4 - 0{,}0336x1x2 - 0{,}0031x1x3 - 0{,}0022x1x4 - 0{,}0063x2x3 - 0{,}0607x2x4 - 0{,}0120x3x4$	0,98	0,0009

Выводы

Предлагаемая методика основана на полученных уравнениях регрессии, для определения перемещения головы сваи и доли нагрузки, приходящейся на ее основание. Настоящая методика расчета несущей способности имеет ряд преимуществ:

– учитывается работа контактного элемента на границе сваи и скального массива за счет его касательной жесткости (k_s), что в настоящий момент никак не отражено в СП 24;

– позволяет без выполнения численных расчетов определить η – долю нагрузки, приходящейся на основание сваи, показатель, необходимый для расчета несущей способности по СП 24;

– статистическая обработка полученных результатов адекватность полученных уравнений.

Литература

1. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты.
2. Разводовский Д.Е., Скориков А.В. Проблемы и возможные пути развития нормативной литературы в области проектирования свайных фундаментов. Вестник НИЦ «Строительство».2020;26(3):74-85. https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-3(26)-74-85
3. Nusairat J., Liang R. Y., Engel R. L. Design of Rock Socketed Drilled Shafts // Ohio Department of Transportation Research Final Report. — 2006. — Report No. 2006-1.
4. М.Г. Зерцалов, М.В. Никишкин. Мировой опыт в проектировании свай в скальных грунтах / Вестник МГСУ 5/2011.
5. Ухов С. Б. Скальные основания гидротехнических сооружений (механические свойства и расчёты) / С. Б. Ухов. — Москва: Энергия, 1975.
6. Lianyang Zhang. Prediction of end-bearing capisity of rock-socketed shafts considering rock quality designation (RQD). Can. Geotech. J. 47: 1071-1084 (2010)
7. Rowe, R. K., and Armitage, H. H. (1987b). "A design method for drilled piers in weak rock." Canadian Geotechnical Journal, 24,126-142.
8. J.O. Osterberg, S.A. Gill// Preceeding of the 9th Canadian rock mechanics symposium. - 1973. pp.235-262.
9. Crapps D.K., Schmertmann J.H. Compression Top Load Reaching Shaft Bottom — Theory Versus Tests // Deep Foundations 2002: An International Perspective on Theory, Design, Construction, and Performance / Eds. M.W. O'Neill, F.C. Townsend. — Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2002. — P. 1533-1549. — DOI: 10.1061/40601(256)109.
10. Williams, A. F. (1980). The design and performance of piles socketed into weak rock. Ph.D. dissertation, Monash university, Clayton, Victoria, Australia.
11. Horvath, R. G. (1982). Drilled piers socketed into weak shale - methods of improving performance. Ph.D. Dissertation, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
12. Johnston I. W., Lam T. S. K. Shear behavior of regular triangular concrete/rock joints — analysis // Journal of Geotechnical Engineering. — 1989. — Vol. 115, No. 5. — P. 711–727. — DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9410(1989)115:5(711).
13. Williams, A. F. (1980). The design and performance of piles socketed into weak rock. Ph.D. dissertation, Monash university, Clayton, Victoria, Australia
14. Carter J.P., Kullhawy F.H. Analysis and Design of Drilled Shaft Foundations Socketed into Rock. Report EL-5918, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, 1988, 188 p.

Calculation Method for Bearing Capacity of Bored Pile in Rock Mass under Axial Compression

Zertsalov M.G., Silantyeva D.A.
National Research University Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

This article introduces a novel methodology for calculating the bearing capacity of bored piles in rock masses under axial compression. The methodology is based on an integrated approach that combines numerical modeling using Z_Soil 3D software and regression analysis of multifactorial experiment results.

The proposed regression equations allow for determining both the settlement of the pile head and the load share carried by the pile base. The technique takes into account the performance of the contact element at the «pile-rock mass» interface, significantly enhancing calculation accuracy.

The practical significance of this work lies in the ability to determine the load share on the pile base without conducting labor-intensive numerical simulations. The research findings can be applied in the design of pile foundations in rock masses, which will help optimize construction costs while maintaining the required level of reliability.

Keywords: bored piles, rock mass, rock soil, rock-sockted shafts, bearing capacity, numerical modeling, regression analysis.

References

1. SP 24.13330.2021. Pile foundations.
2. Razvodovsky D.E., Skorikov A.V. Problems and possible ways of development of regulatory literature in the field of design of pile foundations. Bulletin of the Scientific Research Center "Construction". 2020; 26 (3): 74-85. https://doi.org/10.37538/2224-9494-2020-3 (26) -74-85
3. Nusairat J., Liang R. Y., Engel R. L. Design of Rock Socketed Drilled Shafts // Ohio Department of Transportation Research Final Report. - 2006. - Report No. 2006-1.
4. M.G. Zertsalov, M.V. Nikishkin. World Experience in Designing Piles in Rocky Soils / Vestnik MGSU 5/2011.
5. Ukhov, S. B. Rocky Foundations of Hydraulic Structures (Mechanical Properties and Calculations) / S. B. Ukhov. Moscow: Energiya, 1975.
6. Lianyang Zhang. Prediction of End-Bearing Capisity of Rock-Socketed Shafts Considering Rock Quality Designation (RQD). Can. Geotech. J. 47: 1071–1084 (2010).
7. Rowe, R. K., and Armitage, H. H. (1987b). "A Design Method for Drilled Piers in Weak Rock." Canadian Geotechnical Journal, 24, 126–142.
8. J. O. Osterberg and S. A. Gill. Preceeding of the 9th Canadian Rock Mechanics Symposium. - 1973. pp.235-262.
9. Crapps D.K., Schmertmann J.H. Compression Top Load Reaching Shaft Bottom - Theory Versus Tests // Deep Foundations 2002: An International Perspective on Theory, Design, Construction, and Performance / Eds. M.W. O'Neill, F.C. Townsend. - Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 2002. - P. 1533-1549. — DOI: 10.1061/40601(256)109.
10. Williams, A. F. (1980). The design and performance of piles socketed into weak rock. Ph.D. dissertation, Monash university, Clayton, Victoria, Australia.
11. Horvath, R. G. (1982). Drilled piers socketed into weak shale - methods of improving performance. Ph.D. Dissertation, University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.
12. Johnston I. W., Lam T. S. K. Shear behavior of regular triangular concrete/rock joints - analysis // Journal of Geotechnical Engineering. - 1989. - Vol. 115, No. 5. - P. 711–727. — DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9410(1989)115:5(711).
13. Williams, A. F. (1980). The design and performance of piles socketed into weak rock. Ph.D. dissertation, Monash university, Clayton, Victoria, Australia
14. Carter J.P., Kullhawy F.H. Analysis and Design of Drilled Shaft Foundations Socketed into Rock. Report EL-5918, Electric Power Research Institute, Palo Alto, CA, 1988, 188 p.

Интеллектуальные системы контроля состояния конструкции (SHM) как инструмент обеспечения безопасности и надежности пешеходных мостов

Танеев Владимир Георгиевич
Директор ООО «Промстрой», lightsolution07@gmail.com

Пешеходные мосты представляют собой динамически чувствительные конструктивные системы, безопасность и эксплуатационная пригодность которых в значительной степени зависят от вибрационных характеристик и процессов долговременной деградации. Увеличение архитектурной тонкости современных пешеходных мостов и растущая интенсивность городских пешеходных потоков требуют применения передовых стратегий мониторинга, выходящих за рамки традиционных методов, основанных на инспекции. В данном исследовании обосновывается роль интеллектуальных систем мониторинга состояния конструкции (SHM) как эффективного инструмента обеспечения безопасности и надежности пешеходных мостов на протяжении всего срока их службы.

В исследовании разработана интегрированная теоретическая и аналитическая модель, объединяющая структурную динамику, оперативный модальный анализ, статистическое обнаружение повреждений, вероятностную оценку надежности и интеграцию цифрового двойника. Деградация конструкции моделируется посредством снижения жесткости и обновления надежности в зависимости от времени, а данные мониторинга интегрируются в систему поддержки принятия решений на основе байесовского подхода. Предложенная методология позволяет непрерывно идентифицировать изменения модальных параметров, количественно оценивать состояние конструкции и прогнозировать оставшийся срок службы.

Результаты показывают, что интеллектуальный мониторинг состояния конструкции преобразует управление мостами из периодической инспекции в управление, основанное на данных и ориентированное на надежность. Исследование подтверждает, что интеграция диагностики на основе вибрации с вероятностными показателями безопасности значительно повышает снижение рисков, оптимизацию технического обслуживания и устойчивое управление жизненным циклом пешеходных мостов.

Ключевые слова: мониторинг состояния конструкции, пешеходные мосты, модальный анализ, оценка надежности, цифровой двойник.

Introduction

Pedestrian bridges constitute a structurally distinctive class of civil infrastructure characterized by relatively low mass, high flexibility, and pronounced sensitivity to dynamic excitation. In contrast to highway and railway bridges, whose performance is predominantly governed by ultimate load-bearing capacity, pedestrian bridges are frequently controlled by serviceability requirements related to vibration comfort, fatigue accumulation, and long-term structural degradation. The increasing architectural slenderness of modern pedestrian bridges, combined with growing pedestrian flow intensity in urban environments, has significantly amplified the vulnerability of these structures to dynamic performance issues.

Numerous operational problems observed worldwide have demonstrated that pedestrian-induced excitation can lead to excessive vibrations, resonance phenomena, and accelerated deterioration even when structural safety in terms of strength is not compromised. Human–structure interaction effects, synchronization of pedestrian walking frequencies, and environmental actions such as wind introduce complex dynamic loading conditions that are difficult to fully capture at the design stage. Consequently, ensuring the long-term safety and functional reliability of pedestrian bridges requires continuous performance assessment beyond traditional design verification[5].

Conventional bridge condition evaluation relies primarily on periodic visual inspections and localized non-destructive testing. While these approaches remain indispensable for identifying visible damage, they provide discrete, subjective, and often delayed information regarding structural condition. Such inspection-based strategies are limited in their ability to detect early-stage degradation, quantify dynamic performance changes, and support proactive maintenance planning. For dynamically sensitive pedestrian bridges, these limitations become particularly critical, as small stiffness reductions or connection degradations may significantly alter vibration characteristics long before visible damage appears.

Structural Health Monitoring (SHM) has emerged as an advanced approach for continuous assessment of structural performance through automated measurement of physical response parameters such as acceleration, strain, displacement, temperature, and modal properties. In the context of pedestrian bridges, vibration-based monitoring techniques are especially relevant, as changes in modal frequencies, damping ratios, and mode shapes directly reflect variations in structural stiffness and integrity. However, many existing SHM implementations remain focused on data collection and anomaly detection without providing a direct quantitative link to structural safety and reliability[7].

Recent advances in sensor technology, wireless communication, signal processing, and data-driven analytics have enabled the development of intelligent SHM systems capable of real-time diagnostics, adaptive learning, and predictive assessment. These intelligent frameworks extend conventional monitoring by integrating statistical damage detection, machine learning-based classification, and probabilistic safety evaluation. When combined with digital twin concepts, SHM evolves into a cyber-physical system that continuously updates structural models, forecasts future performance, and supports condition-based maintenance decision-making.

Despite significant research progress, the application of intelligent SHM to pedestrian bridges remains comparatively limited relative to large vehicular bridges. Moreover, the integration of monitoring outputs into reliability-based safety frameworks and lifecycle management strategies is still insufficiently systematized. There is a clear need for methodological approaches that directly connect dynamic monitoring data with quantitative safety assessment and long-term performance prediction specifically tailored to the characteristics of pedestrian bridge structures[3].

The aim of this study is to substantiate intelligent Structural Health Monitoring as an effective instrument for ensuring the safety and reliability of pedestrian bridges throughout their service life. The research develops an integrated analytical framework that combines structural dynamics, operational modal analysis, statistical damage detection, probabilistic reliability updating, and digital twin-based lifecycle management. By explicitly addressing the dynamic sensitivity and serviceability-driven behavior of pedestrian bridges, the proposed methodology transforms SHM from a passive observation tool into a proactive safety and asset management system.

The scientific contribution of the paper lies in: (i) systematizing intelligent SHM components specifically for pedestrian bridge applications; (ii) establishing a reliability-oriented interpretation of monitoring data through probabilistic updating; and (iii) integrating SHM within a digital twin framework for predictive lifecycle management. This approach provides a rigorous basis for enhancing operational safety, optimizing maintenance strategies, and extending the service life of pedestrian bridge infrastructure in modern urban environments.

Pedestrian Bridges as Dynamically Sensitive Structures

Pedestrian bridges differ fundamentally from vehicular bridge structures in terms of mass distribution, stiffness characteristics, and governing performance criteria. The pursuit of architectural transparency, slender structural forms, and material efficiency has resulted in bridge systems with reduced structural damping and increased flexibility. While such designs offer aesthetic and economic advantages, they also introduce heightened sensitivity to dynamic excitation and long-term performance degradation.

Unlike highway bridges, where ultimate limit states associated with structural strength often dominate design considerations, pedestrian bridges are frequently controlled by serviceability criteria. These include vibration comfort limits, fatigue resistance, and durability-related performance requirements. Even moderate dynamic actions can induce response amplitudes that compromise user comfort, accelerate material deterioration, and reduce the effective service life of structural components.

The operational environment of pedestrian bridges is characterized by highly variable dynamic loading patterns [10]. Pedestrian walking, running, and crowd-induced actions generate periodic forces whose dominant frequencies frequently coincide with the fundamental natural frequencies of slender bridge systems. This frequency alignment creates conditions conducive to resonance and human–structure interaction effects, including lateral synchronization phenomena and amplification of vertical vibrations. Environmental actions such as wind further contribute to complex excitation regimes that cannot be fully anticipated through conventional design load models.

From a structural mechanics perspective, the dynamic response of pedestrian bridges is strongly governed by global stiffness distribution, connection integrity, and boundary conditions. Minor degradation mechanisms—such as bolt loosening, cracking in concrete elements, corrosion-induced section loss in steel components, and deterioration of bearings or expansion joints—can produce measurable shifts in modal properties. These changes may occur long before visible damage becomes apparent, yet they significantly influence vibration performance and fatigue accumulation.

Long-term degradation in pedestrian bridges is often driven by cyclic loading, environmental exposure, and material aging processes. Repeated pedestrian-induced stress cycles contribute to fatigue damage in steel members and reinforcement, while moisture ingress, freeze–thaw effects, and chloride penetration accelerate corrosion and microcracking in concrete structures. These mechanisms progressively reduce stiffness and energy dissipation capacity, thereby increasing vibration susceptibility and reliability deterioration[8].

Traditional inspection-based condition assessment approaches are inherently limited in capturing such early-stage dynamic performance changes. Visual surveys primarily identify surface-level deterioration and localized defects but provide minimal information regarding global stiffness evolution and vibration characteristics. Consequently, a bridge may satisfy visual condition ratings while simultaneously exhibiting significant degradation in dynamic behavior and serviceability performance.

The dynamically sensitive nature of pedestrian bridges therefore necessitates monitoring strategies capable of continuously tracking structural response parameters that directly reflect system integrity. Vibration-based indicators, particularly modal frequencies, damping ratios, and mode shapes, offer global and highly sensitive measures of structural condition. When interpreted within a quantitative analytical framework, these parameters enable early detection of degradation processes, assessment of serviceability risks, and evaluation of long-term reliability trends.

In this context, pedestrian bridges represent an ideal application domain for intelligent Structural Health Monitoring systems. Their susceptibility to dynamic performance issues, combined with the strong correlation between degradation mechanisms and modal property variations, allows monitoring data to serve as a direct proxy for structural health and operational safety. Continuous dynamic monitoring thus becomes not merely a diagnostic tool but a fundamental component of performance-based bridge management.

Concept and Architecture of Intelligent SHM for Pedestrian Bridges

Intelligent Structural Health Monitoring (SHM) systems for pedestrian bridges are designed as integrated cyber-physical platforms that continuously acquire structural response data, process dynamic features, and translate monitoring outputs into actionable safety and maintenance information. Unlike conventional monitoring installations focused primarily on data collection, intelligent SHM emphasizes adaptive diagnostics, automated damage interpretation, and performance-oriented decision support.

The fundamental objective of SHM for pedestrian bridges is to capture response parameters that directly reflect structural integrity and dynamic performance. Due to the pronounced vibration sensitivity of slender bridge systems, acceleration measurements form the primary data source for identifying modal properties and tracking stiffness-related degradation. Complementary sensing of strain and temperature is introduced to enhance damage localization capability and compensate for environmental influences on dynamic response.

Monitoring Objectives and Measurable Quantities

The monitoring strategy is structured around three core performance domains: dynamic behavior, structural degradation, and environmental conditions. Key measurable quantities include global vibration response, modal frequencies, damping ratios, mode shapes, strain distributions, and ambient temperature variations.

Dynamic indicators serve as global damage-sensitive parameters, enabling detection of stiffness changes associated with fatigue, cracking, and connection deterioration. Strain-based measurements provide localized information on stress accumulation and progressive material degradation, while environmental sensors facilitate compensation for temperature-induced frequency shifts that may otherwise obscure damage signatures[7].

Through continuous tracking of these quantities, intelligent SHM establishes a real-time representation of structural condition that evolves throughout the service life of the pedestrian bridge.

Sensor Layout Principles for Pedestrian Bridges

Effective sensor deployment is critical for capturing representative structural response while maintaining system efficiency. For pedestrian bridges, sensor placement is guided primarily by modal participation characteristics rather than purely geometric considerations.

Accelerometers are typically positioned at locations corresponding to maximum modal displacement of the fundamental vibration modes, such as midspan regions and areas of reduced stiffness near connections and bearings. Additional sensors may be installed at supports to monitor boundary condition changes and detect degradation in expansion joints or bearing systems.

Strain sensors are placed in regions of high stress concentration, including girder flanges, hanger connections in suspension-type pedestrian bridges, and deck elements subjected to cyclic pedestrian loading. Temperature sensors are distributed along the structure to capture spatial thermal gradients affecting material behavior.

This modal-informed sensor layout ensures high sensitivity to global and local degradation mechanisms while minimizing redundant measurements.

Data Acquisition and Intelligent Processing Workflow

The operational architecture of intelligent SHM systems follows a structured data pipeline consisting of signal acquisition, preprocessing, feature extraction, diagnostic analysis, and decision support.

Raw sensor signals are continuously recorded and subjected to noise filtering, baseline correction, and environmental normalization procedures. Processed signals are transformed into damage-sensitive features through operational modal analysis, time–frequency decomposition, and statistical descriptors of response variability.

Extracted feature sets are evaluated using statistical pattern recognition techniques and machine learning algorithms trained on baseline structural behavior. These models classify structural condition states, detect anomalies, and quantify deviation from healthy performance levels.

Diagnostic outputs are subsequently integrated into reliability assessment modules and digital twin environments, enabling real-time safety evaluation and predictive performance forecasting. This closed-loop processing framework transforms monitoring data into actionable information supporting proactive maintenance and lifecycle management of pedestrian bridges.

Analytical Framework for Intelligent SHM of Pedestrian Bridges

Structural Dynamic Model and State Representation

The mechanical behavior of a pedestrian bridge subjected to time-dependent excitation is described by the equation of motion of a multi-degree-of-freedom system:

$$M\,x^{**}(t) + C\,x^{*}(t) + K\,x(t) = F\,(t)\,, \quad (1)$$

where M is the mass matrix, C the damping matrix, K the stiffness matrix, $x(t)$ the displacement vector, and $F(t)$ the external dynamic load. In the case of pedestrian bridges, $F(t)$ is primarily governed by pedestrian-induced forces and environmental actions such as wind.

Structural degradation is interpreted as a modification of system parameters, primarily stiffness reduction:

$$K_d = K - \Delta K, \quad (2)$$

where ΔK denotes the damage-induced stiffness loss. Since the dynamic response depends directly on K and C, any structural damage manifests as a measurable change in vibration characteristics. The health state of the structure can therefore be defined as a function of its system matrices:

$$H(t) = f(M, C, K), \quad (3)$$

Monitoring aims to estimate the evolution of $H(t)$ over time using measured response data.

Operational Modal Analysis and Modal-Based Damage Indicators

For linear systems, modal analysis provides a convenient representation of dynamic behavior. The undamped eigenvalue problem is defined as [6]:

$$(K - \omega^2 M)\varphi = 0, \quad (4)$$

where ω is the natural circular frequency and φ the corresponding mode shape. The frequency equation is obtained from:

$$\det(K - \omega^2 M) = 0, \quad (5)$$

A perturbation in stiffness results in a shift of natural frequencies. For small damage, the first-order approximation of frequency variation can be expressed as:

$$\Delta\omega_i \approx -\frac{1}{2\omega_i}\frac{\varphi_i^T \Delta K \varphi_i}{\varphi_i^T \Delta M \varphi_i}, \quad (6)$$

where $\boldsymbol{\Delta\omega_i}$ represents the frequency shift of the $\boldsymbol{i}$-th mode and $\boldsymbol{\Delta K}$ the stiffness reduction associated with structural degradation.

This relationship demonstrates that frequency variations are directly proportional to damage-induced stiffness loss, thereby providing a physically interpretable damage-sensitive indicator. In pedestrian bridges, where fundamental vibration modes typically coincide with dominant pedestrian excitation frequencies, modal tracking becomes particularly effective for early detection of performance deterioration.

Operational Modal Analysis (OMA) techniques enable identification of modal parameters directly from ambient vibration data without requiring controlled excitation. This capability is especially suitable for pedestrian bridges operating under continuous pedestrian loading and environmental actions. By continuously monitoring natural frequencies, damping ratios, and mode shapes, intelligent SHM systems establish a real-time representation of structural integrity.

Modal-based indicators are subsequently integrated with statistical evaluation and reliability updating procedures, enabling quantitative interpretation of dynamic performance changes in terms of safety margins and serviceability risks.

Signal Processing and Feature Extraction for Intelligent SHM.

Measured structural responses of pedestrian bridges are acquired in the form of time-series signals $y(t)$, primarily representing acceleration and strain data under operational loading. These raw measurements are transformed into damage-sensitive features through a signal processing mapping function:

$$z = T(y(t)), \quad (7)$$

where T represents a signal-processing procedure such as Fourier transform, wavelet decomposition, or stochastic subspace identification.

In the frequency domain, this transformation may be expressed as:

$$Y(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) e^{-i\omega t}\, dt, \quad (8)$$

allowing identification of dominant vibration frequencies and spectral characteristics associated with structural condition.

The extracted feature vector $\boldsymbol{z}$ typically includes modal frequencies, damping ratios, mode shape curvatures, energy-based indicators, and statistical descriptors of response variability. These features collectively form a multidimensional feature space that captures both global and local manifestations of structural degradation.

For dynamically sensitive pedestrian bridges, feature evolution reflects progressive stiffness loss, fatigue accumulation, and connection deterioration. Continuous tracking of feature trajectories enables early identification of abnormal structural behavior and quantification of performance deterioration prior to visible damage development.

Feature sets derived from signal processing procedures constitute the primary input for intelligent diagnostic algorithms and reliability updating frameworks. This transformation from raw measurements to damage-sensitive indicators forms a critical link between physical structural response and quantitative safety assessment within intelligent SHM systems.

Statistical Damage Detection and Intelligent Classification

Damage identification is formulated as a statistical decision problem. Let z represent the current feature vector and μ the baseline mean vector of the undamaged state. Structural deviation may be quantified using the Mahalanobis distance [7]:

$$D_M = \sqrt{(z-\mu)^T \sum (z-\mu)^{-1}}, \quad (9)$$

where μ is the covariance matrix of the baseline data. When D_M exceeds a predefined threshold, the hypothesis of structural integrity is rejected.

In intelligent SHM systems, the mapping between features and structural state is learned through machine learning models:

$$S = f(z, \theta), \quad (10)$$

where S denotes the structural condition class and θ represents trained model parameters.

Supervised learning algorithms are trained using baseline and simulated damage scenarios, enabling automated identification of degradation levels and damage progression trends. This intelligent classification layer complements statistical detection by providing interpretable condition assessment and supporting predictive maintenance strategies.

The combined statistical–intelligent diagnostic framework constitutes a critical transition from raw monitoring data to quantitative condition evaluation within pedestrian bridge SHM systems.

Reliability-Based Safety Assessment Using Monitoring Data

While damage detection identifies structural anomalies, safety assessment requires probabilistic interpretation. The limit state function is defined as:

$$g(X) = R - S, \quad (11)$$

where R is structural resistance and S the load effect. Failure occurs when:

$$g(X) \le 0, \quad (12)$$

The probability of failure is:

$$P_f = P[g(X) \le 0], \quad (13)$$

The reliability index is expressed as:

$$\beta = -\Phi^{-1}(P_f), \quad (14)$$

where Φ is the cumulative distribution function of the standard normal distribution.

SHM enables updating of resistance parameters based on monitoring data through Bayesian inference:

$$p\left(\frac{\theta}{D}\right) = \frac{p\left(\frac{D}{\theta}\right)p(\theta)}{p(D)}, \quad (15)$$

where D denotes monitoring data and θ structural parameters. Consequently, the reliability index becomes time-dependent:

$$\beta = \beta(t), \quad (16)$$

This formulation transforms structural safety from a static design value into a dynamic operational indicator.

Digital Twin Integration and Lifecycle Perspective

At the highest level of abstraction, intelligent SHM operates within a digital twin framework. The digital twin can be defined as a continuously updated cyber-physical representation [8]:

$$DT(t) = \{M(t), D(t), P(T)\}, \quad (17)$$

where $M(t)$ is the numerical model, $D(t)$ real-time monitoring data, and $P(t)$ predictive simulations.

Model updating follows a recursive scheme:

$$M(t+1) = M(t) + \Delta M\left(D(t)\right), \quad (18)$$

This dynamic interaction enables forecasting of structural performance:

$$R(t + \Delta t) = f(M(t), L(t + \Delta t)), \quad (19)$$

where $L(t + \Delta t)$ denotes predicted future loads.

From a lifecycle management perspective, this predictive capability supports estimation of remaining service life, optimization of maintenance scheduling, and proactive risk mitigation. By continuously updating reliability indices and performance indicators, bridge operators can transition from reactive inspection-based maintenance toward condition-based and performance-oriented management strategies.

For pedestrian bridges characterized by dynamic sensitivity and serviceability-driven performance, digital twin integration provides a robust platform for real-time safety evaluation and long-term infrastructure sustainability.

Discussion

The proposed intelligent SHM framework demonstrates a substantial shift in the management paradigm of pedestrian bridges from periodic inspection-based assessment toward continuous, data-driven and reliability-oriented operation. Given the pronounced dynamic sensitivity of slender pedestrian bridge structures, vibration-based monitoring emerges as a particularly effective tool for capturing early-stage degradation mechanisms governing serviceability and long-term safety.

The integration of operational modal analysis with statistical feature evaluation enables robust identification of stiffness-related deterioration processes such as fatigue accumulation, connection degradation, and material

aging. While modal frequency shifts provide high global sensitivity to structural damage, their spatial resolution remains limited for localized defects. This limitation is effectively mitigated through multidimensional feature extraction and intelligent classification techniques, which combine modal parameters with time-domain and energy-based indicators[12].

Embedding monitoring outputs within a probabilistic reliability framework represents a central advancement of the proposed methodology. Unlike conventional SHM systems that primarily focus on anomaly detection, the presented approach directly translates dynamic performance changes into time-dependent safety indices. This enables objective risk quantification and supports informed maintenance decision-making based on evolving structural condition rather than conservative design assumptions.

The digital twin integration further extends the operational value of SHM systems by coupling real-time monitoring data with continuously updated numerical models. This cyber-physical interaction enables forecasting of structural performance under future loading scenarios, estimation of remaining service life, and proactive intervention planning. For pedestrian bridges governed by serviceability criteria and vibration performance, such predictive capability is particularly valuable in preventing comfort deterioration and fatigue-induced damage progression.

Despite its advantages, practical implementation of intelligent SHM requires careful consideration of several challenges. These include optimal sensor placement strategies, long-term data reliability, compensation for environmental effects, and uncertainty management in model updating procedures. Furthermore, machine learning-based diagnostic models depend on high-quality baseline datasets, which may be limited for existing bridge inventories. Addressing these challenges is essential for large-scale deployment of intelligent monitoring systems.

Overall, the discussion confirms that intelligent SHM is not merely a technological enhancement but a strategic engineering instrument capable of fundamentally improving safety assurance, performance monitoring, and lifecycle management of pedestrian bridge infrastructure.

Conclusions

This study substantiates intelligent Structural Health Monitoring as an effective and scientifically grounded tool for ensuring the safety and reliability of pedestrian bridges throughout their service life. A comprehensive analytical framework integrating structural dynamics, operational modal analysis, statistical damage detection, probabilistic reliability updating, and digital twin-based lifecycle management has been developed.

The research demonstrates that degradation mechanisms in pedestrian bridges can be systematically identified through vibration-based indicators reflecting stiffness reduction and dynamic performance changes. Modal parameter tracking, complemented by intelligent feature analysis, enables early detection of deterioration processes that are often undetectable through conventional inspection methods.

A key contribution of the study lies in embedding SHM outputs into a reliability-based safety assessment framework. By formulating time-dependent limit states and applying Bayesian updating, structural safety is continuously quantified through evolving reliability indices. This approach transforms monitoring data into actionable safety metrics, supporting condition-based maintenance and proactive risk mitigation.

The integration of SHM within a digital twin environment further enhances predictive capability by enabling performance forecasting and remaining service life estimation. This facilitates optimized maintenance planning and sustainable infrastructure management for dynamically sensitive pedestrian bridge systems.

Future research should focus on uncertainty quantification in model updating procedures, development of standardized reliability thresholds for pedestrian bridge applications, and validation through full-scale field implementations. Such efforts will further strengthen the practical applicability of intelligent SHM frameworks in real-world bridge management.

In conclusion, intelligent SHM represents a transformative approach for advancing operational safety, serviceability control, and long-term reliability of pedestrian bridges in modern urban infrastructure networks.

Intelligent structural monitoring (shm) systems as a tool for ensuring the safety and reliability of pedestrian bridges

Tanieiev V.
«Light Solution» LLC

JEL classification: L61, L74, R53

Pedestrian bridges represent dynamically sensitive structural systems whose safety and serviceability are strongly influenced by vibration performance and long-term degradation processes. The increasing architectural slenderness of modern pedestrian bridges and the growing intensity of urban pedestrian flows necessitate advanced monitoring strategies beyond conventional inspection-based approaches. This study substantiates the role of intelligent Structural Health Monitoring (SHM) systems as an effective instrument for ensuring the safety and reliability of pedestrian bridges throughout their service life.

The research develops an integrated theoretical and analytical framework combining structural dynamics, operational modal analysis, statistical damage detection, probabilistic reliability assessment, and digital twin integration. Structural degradation is modeled through stiffness reduction and time-dependent reliability updating, while monitoring data are incorporated into a Bayesian-based decision-support system. The proposed methodology enables continuous identification of modal parameter shifts, quantitative evaluation of structural condition, and prediction of remaining service life.

The results demonstrate that intelligent SHM transforms bridge management from periodic inspection to data-driven, reliability-oriented operation. The study confirms that integrating vibration-based diagnostics with probabilistic safety metrics significantly enhances risk mitigation, maintenance optimization, and sustainable lifecycle management of pedestrian bridge infrastructure.

Keywords: structural health monitoring, pedestrian bridges, modal analysis, reliability assessment, digital twin.

References

1. Van Eck, N.J.; Waltman, L. *Visualizing Bibliometric Networks.* In Measuring Scholarly Impact; Ding, Y., Rousseau, R., Wolfram, D., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2014; pp. 285–320.
2. Napolitano, R.; Blyth, A.; Glisic, B. Spherical imaging and virtual environments for structural health monitoring. *In Proceedings of the International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure*, Brisbane, Australia, 5–8 December 2017; Mahini, S., Mahini, S., Chan, T., Eds.; ISHMII: Brisbane, Australia, 2017; pp. 398–404.
3. Brown, N.; Schumacher, T.; Vicente, M.A. Evaluation of a novel video- and laser-based displacement sensor prototype for civil infrastructure applications. *J. Civ. Struct. Health Monit.* 2021, 11, 265–281.
4. Abedin, S.; Biondi, A.M.; Cao, L.; Wu, R.; Yu, T.; Wang, X. A textile embedded with distributed fiber optic sensors for pedestrian bridge monitoring. *In Proccedigs of the Experiment Vibration Analysis for Civil Engeneering Structures*; Springer: Cham, Switzerland, 2023; Volume 433, pp. 689–695.
5. Bhowmik, B.; Hazra, B.; O'byrne, M.; Ghosh, B.; Pakrashi, V. *Damping estimation of a pedestrian footbridge – an enhanced frequency-domain automated approach.* J. Vibroeng, 2021, 23, 14–25.
6. Sofi, M.; Lumantarna, E.; Mendis, P.A.; Duffield, C.; Rajabifard, A. *Assessment of a pedestrian bridge dynamics using interferometric radar system IBIS-FS.* Procedia Eng. 2017, 188, 33–40.
7. Dragos, K.; Magalhães, F.; Manolis, G.D.; Smarsly, K. Cross-spectrum-based synchronization of structural health monitoring data. *In Proceedings of the European Workshop on Structural Health Monitoring;* Springer: Cham, Switzerland, 2023; Volume 254, pp. 927–936.
8. Rashidi, M.; Samali, B.; Sharafi, P. A new model for bridge management*: Part A: Condition assessment and priority ranking of bridges*. Aust. J. Civ. Eng. 2016, 14, 35–45.
9. Salvatore, W.; Uva, G.; Venanzi, I.; Mazzotti, C.; Morici, M.; Natali, A.; Dall'Asta, A.; Ubertini, F.; Mannella, P.; Lepori, L.; et al. Application of Italian *Guidelines for structural-foundational and seismic risk classification of bridges: The Fabre experience on a large bridge inventory.* Procedia Struct. Integr. 2024, 62, 1–8.
10. Gong, Z.; Han, L.; An, Z.; Yang, L.; Ding, S.; Xiang, Y. *Empowering smart buildings with self-sensing concrete for structural health monitoring*. In Proceedings of the SIGCOMM 2022-Proceedings of the ACM SIGCOMM, Amsterdam, The Netherlands, 22–26 August 2022; pp. 560–573.
11. Noori Hoshyar, A.; Rashidi, M.; Yu, Y.; Samali, B. *Proposed Machine Learning Techniques for Bridge Structural Health Monitoring*: A Laboratory Study. Remote. Sens. 2023, 15, 1984.
12. Sabato, A. Pedestrian bridge vibration monitoring using a wireless MEMS accelerometer board. *In Proceedings of the 2015 IEEE 19th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*, CSCWD, Calabria, Italy, 6–8 May 2015; pp. 437–442.

Методика хронометражного анализа и нормирования операций при техническом обследовании зданий и сооружений

Топчий Дмитрий Владимирович
доктор технических наук, доцент, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, TopchiyDV@mgsu.ru,

Козлова Любовь Антоновна
магистрант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, kozlik.a2025@mail.ru

В статье рассматривается методика хронометражного анализа и нормирования операций, выполняемых при техническом обследовании зданий и сооружений, ориентированная на повышение воспроизводимости расчетов трудоемкости и сопоставимости результатов организационно-технологического планирования. Предметом исследования выступают трудовые затраты на выполнение диагностических операций при визуальном, инструментальном и камеральном этапах обследования. В основу методики положено расчленение обследовательского процесса на элементарные действия с фиксированными границами начала и окончания, выделение однородных условий наблюдения, исключение случайных потерь времени и последующее определение расчетной продолжительности операции с учетом корректирующих коэффициентов. В статье предложена процедура установления расчетного времени для операций обследования строительных конструкций на основе критерия устойчивости хроноряда, дополненного условиями применимости к повторяющимся диагностическим действиям в сопоставимых производственных условиях. Разработанный подход позволяет раздельно учитывать основное, подготовительно-заключительное и сопутствующее время, а также регламентировать контроль после вскрытия, разгрузки либо локального усиления обследуемого элемента. Методика может быть использована при планировании сроков обследования, обосновании трудоемкости и внутреннем производственном контроле качества организации работ.

Ключевые слова: техническое обследование зданий и сооружений, хронометраж, нормирование труда, трудоемкость обследования, диагностическая операция, организационно-технологические параметры, строительные конструкции, пооперационный анализ, техническое состояние, расчет времени.

Введение

Рост объема обследований существующего фонда, увеличение доли объектов с физическим износом и усложнение требований к достоверности технических заключений обусловливают необходимость более точного определения трудоемкости диагностических работ. Нормативные основания такой постановки вопроса задаются Градостроительным кодексом Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ [1], ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [2], СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» [3], а также приказом Минстроя России от 18.07.2022 № 577/пр «Об утверждении Методики разработки сметных норм» [4]. Вместе с тем в практике обследовательских организаций по-прежнему широко используется укрупненное определение продолжительности работ, при котором затраты времени принимаются по объекту в целом без достаточного расчленения на однородные операции. Подобный подход затрудняет сопоставление плановых и фактических трудозатрат, снижает прозрачность обоснования ресурсоемкости и не позволяет корректно учитывать влияние доступности конструкций, плотности дефектов и условий безопасного выполнения работ. В связи с этим целью статьи является разработка методики, обеспечивающей переход от укрупненной оценки трудоемкости к пооперационному нормированию на основе хронометражного анализа, с выделением области применимости, расчетных зависимостей и организационных ограничений.

Нормативное поле и логика пооперационного нормирования

Техническое обследование зданий и сооружений обладает двойственной природой. С одной стороны, оно является инженерно-диагностическим процессом, направленным на выявление дефектов, повреждений и признаков изменения несущей способности. С другой стороны, обследование представляет собой производственный процесс, включающий повторяющиеся трудовые действия, подлежащие наблюдению, измерению и нормированию. Такое понимание соответствует положениям методических работ по обследованию строительных конструкций [5]. Для целей нормирования принципиально важно разграничить объект нормирования, предмет нормирования и единицу наблюдения. Объектом нормирования является процесс технического обследования в пределах заданной программы работ. Предмет нормирования составляют трудовые затраты на выполнение отдельных диагностических операций. Единицей наблюдения выступает отдельная операция либо повторяющийся операционный цикл, имеющий фиксированные границы начала и окончания и сохраняющий однородность по составу действия, применяемому методу, условиям доступа и квалификационным требованиям к исполнителю. При этом ГОСТ 31937-2024 и СП 13-102-2003 задают нормативную рамку состава и порядка обследовательских работ, но не содержат прямых пооперационных интервалов времени, вследствие чего задача аналитического расчета продолжительности операций относится к сфере авторской методической разработки.

Операционная структура технического обследования

Для наглядного представления структуры обследовательских действий и их места в системе нормирования целесообразно использовать классификационную схему.

Рисунок 1. Классификация операций технического обследования зданий и сооружений для целей хронометражного анализа и нормирования
Источник: составлено автором.

Представленная схема отражает авторскую группировку обследовательских действий для целей нормирования трудовых затрат и не воспроизводит буквальную структуру действующих нормативных документов. Ее назначение состоит в разграничении операций, создающих первичную инженерную информацию, и операций, обеспечивающих организационные, контрольные и камеральные условия получения итогового результата. Тем самым обеспечивается переход от укрупненного описания обследовательского процесса к пооперационной модели, пригодной для хронометражных наблюдений и последующего расчета продолжительности работ.

Факторы формирования трудоемкости диагностических действий

Продолжительность обследования зависит не только от геометрических характеристик объекта, но и от сочетания факторов, имеющих различную природу. Существенное влияние оказывает доступность обследуемого элемента, определяемая высотной отметкой, стесненностью рабочей зоны, наличием отделочных слоев, загроможденностью подходов и ограничениями действующего технологического режима. Продолжительность операции изменяется при росте плотности дефектов, поскольку увеличивается время на идентификацию признаков повреждения, измерение параметров, фотофиксацию и привязку дефекта к конструктивной схеме. На трудоемкость воздействует и диагностическая глубина обследования, то есть необходимость перехода от визуальной оценки к вскрытию, инструментальному контролю, определению характеристик материала и поверочным расчетам. Значима также доля сопутствующих затрат, связанных с перемещениями по объекту, ожиданием допуска, организацией безопасного доступа и оформлением полевой документации. При укрупненном подходе перечисленные затраты частично растворяются в общей продолжительности работ, вследствие чего расчет становится малочувствительным к реальным условиям обследования.

Модель расчета продолжительности операций

С позиций методологии труда наибольшую применимость имеет хронометраж повторяющихся операций с последующей аналитической обработкой хронорядов. Однако механический перенос общепроизводственных схем нормирования на обследовательскую деятельность оказывается недостаточным. Операции технического обследования обладают повышенной вариативностью, так как объект наблюдения не создается заново, а изучается в уже существующем, зачастую неоднородном и дефектном состоянии. Поэтому устойчивость хроноряда должна оцениваться не только по разбросу длительностей, но и по тождеству диагностического содержания операции. Если при одном наблюдении фиксируется поверхностная усадочная трещина, а при другом выявляется раскрытая коррозионная трещина с отслоением защитного слоя, формально речь идет об одном виде измерения дефекта, но фактически трудовое содержание действий различается. В связи с этим однородность наблюдений должна подтверждаться по четырем признакам: постоянство диагностической цели, неизменность метода, сопоставимость условий доступа и отсутствие вынужденного расширения операции за счет дополнительных уточняющих действий.

Для расчета продолжительности операции предлагается использовать зависимость:

$$T_н = T_о \cdot K_д \cdot K_п \cdot K_с + T_{пз} + T_{пер} + T_{перех} + T_к,$$

где $T_н$ представляет нормативное время на выполнение операции или операционного цикла;

$T_о$ является средним временем основной диагностической операции по устойчивому хроноряду;

$K_д$ учитывает доступность конструкций;

$K_п$ характеризует плотность дефектов либо неоднородность состояния обследуемой зоны;

$K_с$ отражает особые условия производства работ, включая ограничения по безопасности и режиму эксплуатации объекта;

$T_{пз}$ обозначает подготовительно-заключительное время;

$T_{пер}$ охватывает регламентированные перерывы;

$T_{перех}$ учитывает неизбежные переходы по объекту;

$T_к$ фиксирует контрольное время, необходимое для проверки результатов после локального вскрытия, разгрузки или усиления элемента. Введение отдельного слагаемого $T_к$ представляется принципиальным, поскольку в действующей практике повторный контроль часто включается в общий объем работ неявно, хотя именно он обеспечивает завершенность диагностической процедуры и достоверность заключения.

Методические условия хронометражного наблюдения

В отличие от упрощенных схем, при которых расчет строится только на основе средней продолжительности замера или осмотра, предложенная зависимость позволяет раздельно учитывать структуру временных затрат. Это особенно важно для операций, в которых доля собственно измерения невелика по сравнению с временем подготовки и организационного сопровождения. При обследовании узлов покрытия, конструкций чердачных пространств или элементов в действующих производственных помещениях основной замер может занимать несколько минут, тогда как доступ к точке контроля, организация страховки, очистка поверхности и документирование результата требуют значительно большего времени. Следовательно, расчет, построенный без учета вспомогательных затрат, будет систематически занижать трудоемкость и приводить к искажению календарного и организационного планирования. Практика расчета стоимости обследовательских работ по трудозатратам подтверждает значимость пооперационного учета времени для повышения прозрачности ресурсного обоснования [6].

Процедура хронометражного анализа включает установление перечня типовых операций, формирование карт наблюдения, фиксацию границ операции, накопление серии наблюдений и аналитическую обработку результатов. Для целей обследования целесообразно выделять подготовительные операции, основные диагностические операции, вспомогательные действия, контрольные операции и камеральные операции. К подготовительным относятся получение допуска, организация маршрута, подготовка средств измерения и оценка рабочей зоны. В состав основных диагностических операций входят визуальная идентификация дефекта, измерение его параметров, определение характеристик материала, локальные вскрытия и контроль деформационных признаков. Вспомогательные действия включают очистку поверхности, перестановку средств доступа, переходы между контрольными точками и фотофиксацию. Контрольные операции требуются при повторных измерениях, сопоставлении результатов разных методов и проверке состояния элемента после вмешательства. Камеральные операции охватывают систематизацию полевых данных, интерпретацию причин дефектообразования и подготовку выводов для технического заключения. Такое деление позволяет устанавливать расчетную продолжительность не для абстрактного обследования объекта, а для конкретного воспроизводимого набора действий.

Прикладное значение и границы использования методики

Ниже представлена таблица 1 с сопоставлением типовых операционных групп, используемых при хронометражном анализе технического обследования. Численные интервалы, приведенные в таблице, не являются прямым заимствованием из нормативных актов и не претендуют на статус обязательных нормативов. Они получены в результате авторского обобщения практико-методических данных о составе обследовательских действий, их организационной структуре и характерной продолжительности в сопоставимых условиях выполнения работ

Таблица 1

Сопоставление типовых операционных групп при техническом обследовании зданий и сооружений с ориентировочными интервалами продолжительности и долей сопутствующих затрат времени.

Операционная группа	Ед. нормирования	Ориентир. продолжительность, мин	Доля сопутс. времени, %	Рекомендуемый способ установления нормы
Визуальный осмотр конструктивного участка	1 участок	8–15	20–35	По устойчивому хроноряду с учетом плотности дефектов
Инструментальное измерение параметров дефекта	1 дефект	3–7	15–30	По серии однородных наблюдений с выделением времени подготовки прибора
Локальное вскрытие конструкции	1 вскрытие	20–45	35–50	По операционному циклу с обязательным контрольным временем
Определение характеристик материала неразрушающим методом	1 точка контроля	5–12	25–40	По совокупности основной и подготовительной операций
Камеральная интерпретация полевых данных	1 комплект данных	30–90	10–20	По нормативу укрупненного операционного цикла

Источник: составлено автором на основе обобщения практико-методических данных о составе, организационной структуре и характерной продолжительности обследовательских операций.

Приведенные интервалы времени следует рассматривать как ориентировочные диапазоны, предназначенные для методического сравнения операционных групп и для построения последующей процедуры расчета продолжительности. Их использование в прикладных расчетах требует

обязательной корректировки с учетом доступности конструкций, плотности дефектов, режима эксплуатации объекта, степени стесненности рабочей зоны и необходимости дополнительных контрольных действий. Тем самым таблица выполняет аналитическую, а не нормативно-предписывающую функцию.

Критерий устойчивости хроноряда в рамках предлагаемой методики трактуется как сочетание количественной и содержательной однородности наблюдений. Количественная устойчивость предполагает отсутствие аномальных значений, вызванных нарушением организационного режима, задержками допуска, неисправностью измерительных средств или отклонением от установленной технологии. Содержательная устойчивость означает, что все включенные в ряд наблюдения относятся к одному типу диагностической задачи и не содержат скрытого расширения объема операции. Если же операция в процессе выполнения переходит в более глубокий уровень обследования, например от поверхностного осмотра к вскрытию защитного слоя, такое наблюдение должно относиться к иному классу операций и анализироваться отдельно. На этом основании область применимости методики ограничивается повторяющимися диагностическими действиями в сопоставимых производственных условиях; для уникальных аварийных ситуаций, а также для обследований, сопровождаемых срочными противоаварийными мероприятиями, требуется специальная адаптация расчетной процедуры.

Заключение

Практическая ценность предложенной методики проявляется в нескольких аспектах. Прежде всего обеспечивается возможность более точного календарного планирования работ, поскольку продолжительность обследования рассчитывается не в виде условной суммарной величины по объекту, а как результат сложения расчетных значений по воспроизводимым операциям. Кроме того, повышается прозрачность обоснования трудоемкости, поскольку каждая составляющая затрат времени получает самостоятельное объяснение. Не менее важным является эффект внутреннего производственного контроля: сопоставление фактического и расчетного времени по операциям позволяет выявлять источники потерь, не связанные с диагностической сложностью объекта, и принимать организационные меры по их сокращению. Подходы к организации обследований существующего фонда также подтверждают необходимость увязки состава работ, условий доступа и полноты инженерной информации с ресурсным обеспечением обследовательского процесса [7].

Следует, однако, учитывать, что хронометражный анализ не должен подменять инженерное содержание обследования. Нельзя допускать ситуацию, при которой сокращение времени достигается за счет уменьшения полноты осмотра, отказа от уточняющих измерений или исключения контрольных действий после вскрытия и локального усиления. Расчет времени должен быть производным от технически достаточного состава работ, а не наоборот. Именно поэтому предложенная методика предусматривает предварительное формирование операционной карты обследования, в которой фиксируются обязательные действия, пределы вариативности и признаки перехода к более глубокому уровню диагностики. Такой подход позволяет соединить требования инженерной достоверности с задачами нормирования без ущерба для качества технического заключения.

Таким образом, пооперационный хронометражный анализ следует рассматривать как инструмент совершенствования организации технического обследования зданий и сооружений. Разработанная методика обеспечивает более строгую увязку между программой обследования, фактическими условиями выполнения работ и расчетом продолжительности операций. Ее применение целесообразно прежде всего при обследовании объектов с повторяющимися конструктивными элементами, при сопоставимых условиях доступа и при отсутствии аварийного режима выполнения работ. Для уникальных, срочных и противоаварийных обследований предложенный подход требует отдельной адаптации с учетом нестандартной структуры трудовых затрат. Для отраслевой практики это означает возможность повысить достоверность плановых расчетов, уменьшить разброс фактических трудозатрат и создать более устойчивую основу для организационного и экономического обоснования обследовательских работ.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – М.: Проспект, 2025. – 400 с.
2. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2024. – 104 с.
3. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: Госстрой России, 2003. – 52 с.
4. Приказ Минстроя России от 18.07.2022 № 577/пр «Об утверждении Методики разработки сметных норм». – М., 2022. – 260 с.
5. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. – М.: АО «ЦНИИПромзданий», 1997. – 114 с.
6. Сударь О.Ю., Улыбин А.В., Кукушкина Г.А. Расчёт стоимости работ по обследованию зданий и сооружений на основе трудозатрат // Инженерно-строительный журнал. – 2016. – № 5. – С. 63–74.
7. Бурчик В.В., Кузьмич Н.П. Организация обследования зданий и сооружений для дальнейшего их использования // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 3 (98). – С. 54–60.

Method for time-study analysis and standardization of operations in the technical inspection of buildings and structures

Topchiy D.V., Kozlova L.A.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines a method for time-study analysis and standardization of operations performed during the technical inspection of buildings and structures, aimed at improving the reproducibility of labor-intensity calculations and the comparability of organizational and process-planning results. The subject of the study is labor input associated with diagnostic operations carried out at the visual, instrumental, and desk-study stages of inspection. The proposed method is based on decomposing the inspection process into elementary actions with fixed start and end points, identifying homogeneous observation conditions, excluding random time losses, and subsequently determining the calculated duration of an operation with allowance for correction factors. The article proposes a procedure for establishing the calculated time for inspection operations involving building structures on the basis of a stability criterion for the time-study series, supplemented by applicability conditions for repetitive diagnostic actions performed under comparable production conditions. The developed approach makes it possible to account separately for main time, preparatory and completion time, and auxiliary time, as well as to regulate control procedures after exposure, unloading, or local strengthening of the inspected element. The method can be used in inspection scheduling, labor-intensity substantiation, and internal production quality control in the organization of inspection works.

Keywords: technical inspection of buildings and structures, time study, labor standardization, inspection labor intensity, diagnostic operation, organizational and process parameters, building structures, operational analysis, technical condition, time calculation.

References

1. Urban Planning Code of the Russian Federation No. 190-FZ dated 29 December 2004. Moscow: Prospekt Publ.; 2025. 400 p.
2. GOST 31937-2024. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition. Moscow: Standartinform; 2024. 104 p.
3. SP 13-102-2003. Rules for inspection of load-bearing building structures and structures. Moscow: Gosstroy of Russia; 2003. 52 p.
4. Order of the Ministry of Construction of Russia No. 577/pr dated 18 July 2022 “On Approval of the Methodology for the Development of Estimate Standards”. Moscow; 2022. 260 p.
5. Manual for the inspection of building structures of buildings. Moscow: JSC TsNIIPromzdaniy; 1997. 114 p.
6. Sudar OYu, Ulybin AV, Kukushkina GA. Calculation of the cost of works for inspection of buildings and structures based on labor input. Magazine of Civil Engineering. 2016;(5):63–74.
7. Burchik VV, Kuzmich NP. Organization of inspection of buildings and structures for their further use. Bulletin of Civil Engineers. 2023;(3(98)):54–60.

Социальная деятельность Русской Православной Церкви: аналитический обзор современных отечественных исследований

Фарстова Дарья Александровна
аспирант кафедры «Храмовое зодчество», Московский архитектурный институт (государственная академия), daryafarstova@yandex.ru

В современном светском обществе России Церковь обрела высокий авторитет, возобновив и укрепив отношения с государством. Русская православная церковь активно ведет деятельность социального служения, которая должна отражаться не только на обществе, но и на отечественном храмостроительстве. Автором проведено исследование, направленное на сбор и анализ информации кандидатских и докторских диссертаций, защищенных в период с 1990 года по настоящее время по специальностям в областях архитектуры, социологии, педагогики, культурологии, искусствоведения. Проанализированы направления создания музейных зданий при храмовых комплексах, организация паломничества, социологический аспект деятельности Русской Православной Церкви, образовательная деятельность. Актуальность исследования обусловлена острой нехваткой систематизированного материала в области храмового строительства, влияющего на освоение архитектором специфики проектирования храмовых комплексов с учетом функций социального служения.

Ключевые слова: Русская Православная Церковь, социальная деятельность, архитектурное проектирование, храмостроительство, специализированная подготовка архитекторов.

Введение

Русская православная церковь (РПЦ) является хранительницей культурных традиций, в основе которых лежат духовные ценности, активно транслирующиеся с помощью функций социального служения, которые значительно преумножились в настоящий период времени. Изменилась роль Церкви в обществе, что актуализировало появление научного интереса к исследованию деятельности РПЦ. В XX веке в истории отечественного храмостроительства произошел вынужденный перерыв, повлиявший на все сферы храмового зодчества: архитектуру и строительство, социологию. В результате периода гонений РПЦ, к началу 1990-х гг. была утрачены преемственность в практике проектирования храмовых сооружений, отсутствовали современные научно-проектные, технологические разработки в области проектирования, нормативная документация, понимание основ духовного формирования храмовых сооружений. Целью данного исследования является выявление актуальных сфер социальной деятельности РПЦ, влияющих на развитие современной церковной архитектуры и формирование духовно-здорового отечественного общества.

Материалы и методы

Для изучения указанной тематики применены методы анализа и обобщения результатов научных исследований, опубликованных в России в период с 1990 года по настоящее время. Обширная социальная деятельность РПЦ позволила специалистам разных научных специальностей – архитекторам, философам, музееведам, культурологам, искусствоведам, изучать социолого-архитектурные связи, которые влияют на работу храмового архитектора и облик церковного сооружения. Обзор содержит источники, в которых с разных сторон охватывается тема функций социального служения в православных храмах. В рамках данного исследования автор создал подразделы по тематикам, которые затрагивают музейную и образовательную деятельность, архитектуру и строительство, туризм и паломничество, социологические аспекты, упомянуты вопросы медицины и развития патриотизма. Приведенный далее в статье аналитический обзор источников по теме социального служения РПЦ построен на последовательном раскрытии каждой тематики.

Литературный обзор

Социальную деятельность РПЦ рассматривали как отечественные, так и зарубежные исследователи. Большинство исследований представляют собой междисциплинарные работы, сочетающие теологию, социологию [1], историю, политику [2]. Иностранные исследователи рассматривают социальную деятельность РПЦ через призму ее влияния на социальную политику, благотворительность, развитие гражданского общества и формирование моральных норм. Основные публикации сосредоточены на постсоветском периоде и охватывают как подготовку государственной политики, так и непосредственную социальную помощь. Катриона Келли рассматривает особенности восприятия окружающего пространства, особенности восприятия истории города на примере Санкт-Петербурга и его храмовой составляющей [3-4]. Александра Антохин [5] и Хейнс Клэр [6] описывают в своих трудах историю паломничества и культурную деятельность при церковных сооружениях. Дэвид Берлинер описывает философские аспекты сохранения городов с условием восстановления исторических храмовых мест [7]. Тем не менее, социальная деятельность РПЦ, влияющая на архитектуру и строительство храмовых сооружений, остается недостаточно изученной.

Результаты

Музейная деятельность РПЦ сохраняет наследие, просвещает и укрепляет идентичность через экспозиции и туристско-рекреационные комплексы. Архитектура храмов и музеев, следуя идеям Н.Ф. Федорова, создает пространства для нравственного и интеллектуального развития, с четкой структурой и интерактивным дизайном. Паломничество, поддерживаемое специализированными центрами, способствует межкультурному диалогу. РПЦ активно участвует в социальной поддержке через благотворительные фонды и центры помощи. Актуальны многофункциональные храмовые ансамбли с социальными функциями, учитывающие духовно-культурный контекст и способствующие психологическому комфорту и интеграции. Применение исследований социального служения РПЦ в области проектирования и архитектуре создает социально значимые объекты, повышающие качество жизни.

Обсуждение. Музейная деятельность как основа увековечивания памяти

Первоначально рассмотрим основы музейной деятельности, которая играет фундаментальную роль в увековечивании памяти. Одним из способов сохранения памяти, является создание мемориально-музейных комплексов (ММК). Архитектор А.И. Хомяков [8] отметил, что современный период ММК характеризуется их активным взаимодействием с другими культурными сферами, что способствует формированию общенациональных систем пространств памяти. А.И. Хомяков предлагает развивать концепцию таких пространств в масштабе «город-район-край (место)», где ММК, посвященный наиболее значимому региональному событию, послужит центральной точкой. Культуролог О.А. Скуридин [9], в свою очередь, рассматривает «культурную память» в контексте полисного патриотизма, акцентируя внимание на «воинских памятниках» и коммеморативных практиках, которые воплощают символы «героической смерти», «героической жизни», «наследия» и «героя».

Иным типом крупной по масштабу архитектуры, благоприятно влияющей на музейную деятельность, являются туристско-рекреационные комплексы (ТРК). При формировании указанных комплексов, архитектор А.Н. Николаева [10] предлагает комбинировать функции туризма, добавляя опорную лечебно-оздоровительную и новую – научно-исследовательскую функции. А.Н. Николаева уделяет внимание экологии и предлагает щадящий режим освоения территорий с учетом природного ландшафта, внедрения историко-культурных форм и решений по альтернативной энергетике. Исследователь настаивает на принципе симбиоза ТРК и природы.

Музеи под открытым небом представляют собой особый вид музейных учреждений. По мнению культуролога М.Г. Теребилова [11], успешная музейная реконструкция повседневной жизни определенной эпохи требует наличия объекта, который бы всесторонне демонстрировал быт разных социальных групп. Культуролог выделяет три аспекта повседневной культуры для музейной реконструкции: материальный, творческий и духовно-ценностный. Материальная сторона служит фундаментом для экспозиции, творческая – создает историческую атмосферу и формирует уникальное культурное пространство на локальном уровне, тогда как реконструкция духовно-ценностной составляющей крайне затруднительна.

В контексте музейной репрезентации искусства наблюдается многообразие практик. Согласно искусствоведу Ф.А. Кострицу [14], интерпретация искусства в музейном пространстве вариативна и зависит от конкретной системы показа, в которой взаимодействуют пространственные (архитектурно-художественные) и смысловые (кураторские) «линии».

По мнению культуролога Л.С. Алексеевой [15], церковный музей, функционируя как социокультурный институт, помимо реализации стандартных музейных функций, формирует православную картину мира. В процессе ознакомления посетителей с основами православия и генезисом РПЦ, сотрудник музея имплицитно выполняет миссионерскую функцию. Таким образом, катехизаторская и миссионерская деятельность представляют собой специфическую особенность функционирования церковных музеев, способствующую формированию духовно-нравственных ценностей у посетителей. Важным аспектом деятельности церковного музея является актуализация церковного наследия, сохраняя глубокую символическую нагрузку экспонатов. Концепция «живого музея» П.А. Флоренского [16] наилучшим образом отвечает этим задачам. Указанная система предполагает комплексное сохранение памятников, интегрируя их с человеческой деятельностью, сакральной атмосферой, а также материальными и нематериальными аспектами наследия.

Культуролог И.О. Ивановская [17] ввела в научный оборот понятие «музеезация» – упрощенный и сокращенный процесс сохранения и актуализации. Музеезация предполагает размещение предмета или объекта музейного значения в экспозицию или фонды (ризницу) для сохранения и периодического показа. Специфику атрибуции и реставрации как этапов музеефикации памятника культовой архитектуры выявила культуролог А.А. Владимирцева [18]. Исследователь показала 5 критериев иеротопоса – историческая подлинность, коммуникабельность, экспрессивность, информативность, интерактивность, уделяя особое место психоэмоциональному потенциалу места. Консервативный, археологический, экстенсивный – наименее эффективные способы музеефикации по мнению А.А. Владимирцевой. Симбиотический, музейного перфоманса и «шедевральный» – прогрессивные подходы. При виртуальной музеефикации возможно гибкое сосуществование культовой и музейной функций.

Архитектурное выражение светской и церковной музейной деятельности

Следующим рассматриваемым в настоящей статье аспектом является архитектура музеев и церковных зданий. Архитектор Е.В. Ермоленко [20] подтвердила гипотезу о том, что развитие пространственной структуры современного музея можно представить, как эволюцию 3-х ее основных компонентов: пространственного ядра, системы движения и экспозиционного пространства. Е.В. Ермоленко констатировала, к моменту возникновения первых музеев в культуре сложились две традиции способа показа экспонатов, что привело к развитию 2-х типов и приемов организации пространства. В первом случае, хранимое воспринималось как божественное, в другом – публичное экспонирование презентовало богатство.

Пространственное ядро может быть выражено не только в объемно-планировочных решениях музейных зданий, но и в градостроительном планировании города. Так, культуролог Т.А. Сиротина [21], изучая музейную среду исторических городов России, установила, что музейная среда является смысловым акцентом, т.е. архитектурным ядром, фрагментом городской среды исторического города. Указанный формообразующий «слой» находится в постоянном диалоге с окружающим пространством. Педагог Е.С. Бакушкина [22] изучила средства организации взаимосвязей музейного здания и посетителей. При исследовании музейных зданий, их образов, акцент переносится на посетителя – носителя эмоций. Современная музейная архитектура формируется на основе смысловой модели эмоциогенности, базируется на архитектурно-художественной концепции «музей – опыт мироздания». На основе указанной модели реализуются эмоциональные архитектурные сценарии.

Исследование культуролога К.В. Суриковой [25] выявило, что трансформация музея в социокультурный институт и формирование музейной архитектуры как отдельного направления зодчества обусловлены переходом от эстетической стратегии памяти к сциентистской. Возник образ музея-храма и позднее музея-дворца. К.В. Сурикова выявила, что в процессе эволюции музейное пространство стало объектом интереса, приобрело черты музейного экспоната с присущими ему свойствами аттрактивности и ассоциативности.

Философ И.Ф. Рыбаков [29] утверждает, что концепция триады школы, храма, музея Н.Ф. Федорова в рамках социокультурного проекта, является продуманной стратегией для радикального изменения человеческой природы (как физической, так и духовной). Цель преобразования – освободить человека от власти природных инстинктов, стихийности, вражды, на физическом, и на духовном уровне. Н.Ф. Федоров придавал особое значение образованию, считая, что храм, школа и музей, действуя целенаправленно, приведут людей к высокой степени нравственного и интеллектуального развития.

Изучая церковную архитектуру, мы сталкиваемся с концепцией, предложенной философом А.В. Даюбом [30]. Согласно обоснованной исследователем точке зрения, архитектура выступает как зеркало эпохи, отражая господствующие идеи, мировоззрение человека, его систему материальных и духовных ценностей, а также нормы, правила и накопленные знания. В контексте религиозной архитектуры человек находит способ осмыслить взаимосвязь между временем и вечностью.

Историк Н.В. Елизарова [32] провела всестороннее исследование библиотек РПЦ в Западной Сибири с 1881 по 1917 год, сосредоточившись на их духовно-просветительской роли. Исследователь установила, что библиотеки, одобренные Святейшим Синодом, стремились распространять христианские идеи среди населения, популяризировать литературу, организовывать религиозные мероприятия и способствовать самообразованию духовенства. Анализ показал, что работа православных библиотек сталкивалась с трудностями, многие из которых были связаны с региональной спецификой, с высоким уровнем неграмотности, что снижало эффективность их просветительской деятельности.

В своей работе историк Т.В. Бойко [33] исследовала становление московских музеев-монастырей в 1917-1920-е гг. В этот период монастыри стали культурно-историческими объектами, вовлекаясь в просветительскую деятельность. Т.В. Бойко полагает, что без музеефикации монастыри и храмы не смогли бы сохранить свой статус действующих, а возможно, и вовсе бы не сохранились. Церковь рассматривала музей как форму защиты и спасения. Одновременно, превращение наиболее ценных христианских памятников в музейные объекты способствовало раскрытию их историко-культурной ценности и повышению их доступности для просветительского процесса.

Культурно-образовательная деятельность

Следующим рассматриваемым аспектом является культурно-образовательная деятельность, где проанализируем духовно-просветительскую и благотворительную деятельность РПЦ, как взаимосвязанные компоненты социального служения. Вера не может существовать без знания, как и знание без веры, указанные сферы человеческого духа не исключают друг друга. Философ Э.А. Николаев [36] анализирует вопрос взаимоотношения науки и религии как явлений, представляющих собой

разные способы осмысления и постижения мира человеком. Исследователь рассматривает духовно-нравственные основы личности в контексте религиозного опыта. Религиозность является инвариантной в структуре сознания человека. В условиях отсутствия своего доминантного значения религиозное сознание вытесняется в сферу бессознательного и проявляет себя в социальных структурах через архетипы.

Историк О.А. Монякова [37] провела анализ эволюции взаимоотношений на культурно-образовательном пространстве российской провинции между земскими органами самоуправления, учрежденными в ходе реформ 1860-х гг., и уже функционировавшими епархиальными структурами РПЦ. Фундаментом развития культурно-образовательного пространства российской провинции выступал образовательный компонент, обусловивший остальные культурно-образовательные практики. Развитие образовательной составляющей началось с системы начального образования. Ключевой характеристикой совместной работы земства и РПЦ в совершенствовании начального образования является обоюдный поиск конструктивного сосуществования, а не состояние перманентной конфронтации.

С 1880-х годов государственные структуры признали неэффективность самостоятельных усилий по улучшению общественного здоровья и формированию санитарной культуры без вовлечения священнослужителей. Историк Е.В. Караваева [38] указывает, что в духовных учебных заведениях Томской епархии конца XIX – начала XX века участие духовенства привело к существенному улучшению санитарно-гигиенических условий и качества медицинского обслуживания воспитанников, а также к интеграции медицины, гигиены и оспопрививания в обязательную образовательную программу. Приобретенные в этих учреждениях начальные медицинские знания позволяли священнослужителям осуществлять санитарное просвещение сельского населения и оказывать прихожанам первичную медицинскую помощь. Следовательно, РПЦ, функционировала как значимый, а зачастую и единственный источник санитарной информации.

По мнению историка В.А. Тулянова [40], духовный кризис, охвативший российское общество в 1990-е годы, породил необходимость в духовно-нравственном воспитании. В.А. Тулянов отмечает значительный потенциал РПЦ в ресоциализации заключенных, указывая на эффективность её духовно-просветительской и социальной деятельности, которая успешно реализуется не только в образовательных учреждениях, но и в правоохранительных органах и Вооруженных силах РФ. Кроме того, в указанном взаимодействии, государство получает «политработников нового типа», занятых формированием патриотизма, исторических и духовных ценностей у солдат и офицеров.

Культуролог А.А. Глуханюк [42] констатирует выраженную потребность современной российской молодежи в православных традициях как инструменте формирования национальной идентичности. В рамках исследования были уточнены определения «молодежной культуры» (как совокупности характеристик конкретного поколения) и «культуры молодежи» (как динамичной общности, обеспечивающей социализацию и инкультурацию). Классификация принципов православного воспитания, предложенная А.А. Глуханюк, делит их на три категории: те, что применимы в светском воспитании (гуманизм, антропоцентризм, патриотизм); те, что могут быть адаптированы при соблюдении баланса светского и религиозного (любовь, свобода, мера, иерархичность); и те, что действуют только внутри церкви (божественность, соборность, жертвенность, греховность).

По мнению педагога В.Е. Трухова [43], «православно-ориентированная среда» – сложная структура, состоящая из определенных пространственно-временных границ, особого наполнения и системы межличностных связей, в которой православная культура выступает центральным элементом. Православная культура, выступая системообразующим элементом, оказывает трансформирующее и обогащающее воздействие на образовательный процесс в его многоуровневой структуре и на межличностные отношения. В контексте государственной школы, данная среда обладает педагогическим потенциалом для формирования духовно-нравственных компетенций личности, выполняя функции вектора развития и источника осознания человеком смысла собственного бытия.

Проблематика туризма и паломничества

Рассмотрим далее туризм и паломничество в контексте проблематики настоящей статьи. Культуролог И.В. Моклецова [49] изучила культурные явления странничества и паломничества, показав, как они способствовали культурному обмену и глубокому осмыслению русскими христианских святынь. В своем исследовании И.В. Моклецова обратилась к творчеству православного духовного писателя и историка Церкви А.Н. Муравьева, прослеживая развитие жанра путешествия в русской духовной и художественной литературе. Именно в XIX веке в период расцвета паломнической традиции, благодаря А.Н. Муравьеву, была создана новая форма «хождения» – «путешествие по святым местам», объединившая религиозную глубину с современными литературными средствами.

Культуролог С.Ю. Житенев [50] рассматривает паломничество как древнюю и актуальную форму общения между культурами и религиями. Исследователь подчеркивает, что паломничество представляет собой социокультурный феномен и является значимым фактором современной культуры. Под святыми местами С.Ю. Житенев понимает территории, имеющие особую историко-культурную ценность и связанные с религиозными преданиями о божественных событиях, жизни и подвигах святых. В этом контексте понятия «святыня» и «святое место» могут рассматриваться в качестве синонимов.

Социальный аспект

В заключении обратимся к позициям социального служения РПЦ, которое всегда являлось одним из важных направлений деятельности Церкви в истории. Милосердие, благотворительность и другие виды служения людям заложены в основу церковной жизни. В работе историка В.В. Реутова [55] анализируется социальная деятельность РПЦ в Курской епархии в XX веке, характеризующаяся устойчивостью к внешним условиям и значительными позитивными результатами. Приоритетным направлением, поддерживаемым государством, было народное просвещение. Особую роль играли церковно-приходские школы, открытые при большинстве приходов и обеспечившие доступ к базовой грамотности. Помимо указанного, епархия осуществляла религиозно-нравственное и патриотическое воспитание взрослого населения посредством воскресных школ, народных библиотек, публичных лекций, церковных братств и обществ.

Исследуя деятельность женских монастырей в XIX – начале XX века, культуролог Т.Ф. Кузнецова [56] подчеркнула, что их вклад в художественную культуру заключался в сохранении исторических артефактов и традиционных монастырских ремесел, одновременно проявляя творческий подход к культурному наследию. Для монахинь и послушниц создавались условия для освоения новых видов художественных навыков для развития духовного уровня монастыря. Участие монастырей в выставках конца XIX – начала XX века – уникальное социокультурное явление. Благодаря выставкам монастыри открыли для широкой общественности свои сокровища – старинные предметы из экспозиций и современные изделия, созданные в монастырских мастерских.

Современное общество демонстрирует растущий спрос на духовные ценности и повышенное внимание к религиозному наследию, в частности к монастырям, которые выступают катализаторами духовного возрождения. Исследование географа Т.А. Прокопенко [57] подчеркивает потенциал религиозного туризма как инструмента для решения ряда стратегических задач. В социальном плане религиозный туризм способствует воспитанию молодежи, прививая ей любовь к Родине, красоте, что может положительно сказаться на демографической ситуации. С экономической точки зрения, развитие указанного вида туризма стимулирует рост занятости и доходов в сопутствующих отраслях, вовлекая население в производственную сферу и повышая его благосостояние. Культурно-образовательная ценность религиозного туризма заключается в том, что монастыри исторически и по сей день являются духовными и значимыми культурными и историческими центрами, часто содержащими музеи.

Литература

1. Hall E. T. The Power of Hidden Dimensions // Basic concepts of cultural communication. Bennet M.J. (ed). Intercultural Press-Inc, 1998. P. 25-78.

2. Curanovic A. Russia's Mission in the World // Problems of Post-Communism. 2018.

3. Kelly Catriona From “counter-revolutionary monuments” to “national heritage” // Cahiers du monde russe. – 2013. №54/1-2. – URL: https://www.academia.edu/81071307/From_counter_revolutionary_monuments_to_national_heritage_ (date of access: 12.01.2025).

4. Kelly C. From "Counter-Revolutionary Monuments" to "National Heritage": The Preservation of Leningrad Churches, 1964-1982 // Cahiers du monde russe. 2013b. Vol. 54. No. 1. P. 131-164.

5. Alexandra S. Antohin Preserving the Intangible: Orthodox Christian Approaches to Spiritual Heritage // Religions. – 2019. №10 (5). – URL: https://www.researchgate.net/publication/333313155_Preserving_the_Intangible_Orthodox_Christian_Approaches_to_Spiritual_Heritage (date of access: 05.10.2024).

6. Haynes Clare Between-ness: Art and piety in religious heritage space // Anthropological Notebooks. –2020. №3. – URL: https://anthropological-notebooks.zrc-sazu.si/Notebooks/article/view/126 (date of access: 10.12.2024).

7. Berliner David Multiple nostalgias: the fabric of heritage in Luang Prabang (Lao PDR) // Royal Anthropological Institute. – 2012. №3. – URL: https://www.academia.edu/2096881/Multiple_nostalgias_the_fabric_of_heritage_in_Luang_Prabang_Lao_PDR_ (date of access: 05.01.2025).

8. Хомяков, А.И. Архитектура мемориально-музейных комплексов: становление – типология – новейшие тенденции : специальность 2.1.12 : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Хомяков Александр Иванович ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2024.

9. Скуридин, О.А. Воинский памятник как феномен культуры полисного патриотизма : специальность 24.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Скуридин Олег Александрович ; Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского. – Симферополь, 2022.

10. Николаева, А.Н. Архитектура туристско-рекреационных комплексов в природных ландшафтах озера Байкал : специальность 2.1.12 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Николаева Анна Сергеевна ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2023.

11. Теребилов, М.Г. Музейная реконструкция повседневной культуры средневековых замков : специальность 5.10.2 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Теребилов Максим Геннадьевич ; Санкт-Петербургский государственный институт культуры. – Санкт-Петербург, 2024.

12. Кострищ, Ф.А. Репрезентация современного искусства в музее. Теоретические и практические аспекты : специальность 17.00.04 : диссертация на соискание ученой степени кандидата искусствоведения / Кострищ Филипп Андреевич ; Санкт-Петербургская государственная художественно-промышленная Академия им. А.Л. Штиглица. – Санкт-Петербург, 2009.

13. Алексеева, Л.С. Генезис и трансформация деятельности церковных музеев Сибири по сохранению православного наследия : специальность 24.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Алексеева Лариса Сергеевна ; Кемеровский государственный институт культуры. – Кемерово, 2022.

14. Флоренский, П.А. Храмовое действие как синтез искусств / П.А. Флоренский // Вестник Московского университета. Сер. 7: Философия. № 2. – 1989. – С. 58-66.

15. Ивановская, И.О. Музеи и Русская православная церковь: способы и технологии музеефикации церковного искусства в Российской Федерации и Республике Беларусь : специальность 24.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Ивановская Ирина Олеговна ; Российский научно-исследовательский институт культурного и природного учреждения имени Д.С. Лихачева. – Краснодар, 2021.

16. Владимирцева, А.А. Музейный комплекс Махаходхи: история реставрации, реконструкции и атрибуции иконографического материала : специальность 24.00.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Владимирцева Анастасия Александровна ; Санкт-Петербургский государственный институт культуры. – Санкт-Петербург, 2016.

17. Ермоленко, Е.В. Пространственная структура современного музея : специальность 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Ермоленко Елена Валентиновна ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2018.

18. Сиротина, Т.А. Музейная среда исторического города: Ярославский архитектурный опыт : специальность 24.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Сиротина Татьяна Александровна ; Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского. – Ярославль, 2016.

19. Бакушкина, Е.С. Архитектура музейных зданий второй половины XX – начала XXI века : специальность 17.00.04 : диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук / Бакушкина Елена Сергеевна ; Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2016.

20. Сурикова, К.В. Культурный контекст эволюции музейной архитектуры : специальность 24.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Сурикова Ксения Васильевна ; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2017.

21. Рыбаков, И.Ф. Триада школы, храма, музея в философии социокультурного проекта Н.Ф. Федорова : специальность 24.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / Рыбаков Иван Федорович ; Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина. – Тамбов, 2011.

22. Даюб, А.В. Место архитектуры в процессе трансформаций социальной среды : специальность 09.00.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / Даюб Анастасия Викторовна ; Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2009.

23. Елизарова, Н.В. Библиотеки русской православной церкви в распространении духовного просвещения среди населения Западной Сибири в 1881-1917 гг. : специальность 07.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Елизарова Наталья Владимировна ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2007.

24. Бойко, Т.В. Московские музеи-монастыри в контексте культурно-просветительской политики советского государства в 1917-1920-е гг. : специальность 07.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Бойко Татьяна Валерьевна ; Московский государственный областной университет. – Москва, 2006.

25. Николаев, Э.А. Православие как фактор формирования духовно-нравственных основ личности : специальность 09.00.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата философских наук / Николаев Эдуард Афанасьевич ; Бурятский государственный университет. – Улан-Удэ, 2003.

26. Монякова, О.А. Русская православная церковь и земство: опыт взаимоотношений по формированию культурно-образовательного пространства российской провинции в 1861-1917 гг. (на материалах губерний Верхнего Поволжья) : специальность 07.00.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора исторических наук / Монякова Ольга Альбертовна ; Ивановский государственный университет. – Иваново, 2014.

27. Караваева, Е.В. Санитарно-просветительская и медицинская деятельность Русской Православной Церкви среди сельского населения во второй половине XIX – начале XX в. (по материалам Томской епархии)) : специальность 07.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Караваева Елена Валерьевна ; Омский государственный педагогический университет. – Омск, 2011.

28. Тулянов, В.А. Духовно-просветительская и благотворительная деятельность Русской Православной Церкви (1990-е – 2000-е г.) : специальность 07.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук / Тулянов Владислав Андреевич ; Московский государственный областной университет. – Мытищи, 2020.

29. Глуханюк, А.А. Традиции православной концепции воспитания в культуре современной российской молодежи : специальность 24.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата культурологии / Глуханюк Анна Аркадьевна ; Уральский государственный университет им. А.М. Горького. – Екатеринбург, 2005.

Social activities of the Russian orthodox church: an analytical review of contemporary domestic research

Farstova D.A.

Moscow Architectural Institute (State Academy)

In contemporary secular Russia, the Church has gained considerable authority by renewing and strengthening its relationship with the state. The Russian Orthodox Church actively engages in social service activities, which should impact not only society but also domestic church construction. The author conducted a study aimed at collecting and analyzing information from candidate and doctoral dissertations defended between 1990 and the present in the fields of architecture, sociology, pedagogy, cultural studies, and art history. The article analyzes the development of museum buildings at church complexes, the organization of pilgrimages, the sociological aspects of the Russian Orthodox Church's activities, and educational activities. The relevance of the study is determined by the acute shortage of systematic material in the field of church construction, which affects the architect's understanding of the specifics of designing church complexes with due regard for social service functions.

Keywords: Russian Orthodox Church, social activities, architectural design, church construction, specialized training of architects.

References

1. Hall E. T. The Power of Hidden Dimensions // Basic concepts of cultural communication. Bennet M.J. (ed). Intercultural Press-Inc, 1998. P. 25-78.
2. Curanovic A. Russia's Mission in the World // Problems of Post-Communism. 2018.
3. Kelly Catriona From “counter-revolutionary monuments” to “national heritage” // Cahiers du monde russe. – 2013. №54/1-2. – URL: https://www.academia.edu/81071307/From_counter_revolutionary_monuments_to_national_heritage_ (date of access: 12.01.2025).
4. Kelly C. From "Counter-Revolutionary Monuments" to "National Heritage": The Preservation of Leningrad Churches, 1964-1982 // Cahiers du monde russe. 2013b. Vol. 54. No. 1. P. 131-164.
5. Alexandra S. Antohin Preserving the Intangible: Orthodox Christian Approaches to Spiritual Heritage // Religions. – 2019. №10 (5). – URL: https://www.researchgate.net/publication/333313155_Preserving_the_Intangible_Orthodox_Christian_Approaches_to_Spiritual_Heritage (date of access: 05.10.2024).

Цифровые двойники в системах водоснабжения и водоотведения: мировой опыт и перспективы внедрения в России

Феськова Алина Яновна
старший преподаватель кафедры водопользования и экологии, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, alinafeskova@gmail.com

В статье представлен обзор современных зарубежных исследований, посвящённых применению технологии цифровых двойников в системах водоснабжения и водоотведения. Рассматриваются подходы к созданию виртуальных моделей инженерной инфраструктуры, интегрированных с данными датчиков, SCADA-систем, геоинформационных платформ и гидравлических моделей. Установлено, что цифровые двойники позволяют повысить надёжность эксплуатации сетей, снизить аварийность, уменьшить потери воды, оптимизировать энергопотребление насосных станций и перейти к предиктивному управлению инфраструктурой. Проанализирован международный опыт внедрения цифровых двойников в коммунальном секторе. Рассмотрены перспективные направления применения технологии в системах водоснабжения и водоотведения России.

Ключевые слова: цифровой двойник, водоснабжение, водоотведение, цифровизация, smart water, IoT, SCADA, гидравлическое моделирование.

Введение

Системы водоснабжения и водоотведения являются базовым элементом городской инфраструктуры, от состояния которого напрямую зависят санитарная безопасность, экологическая устойчивость территорий и качество жизни населения. Во многих странах эксплуатация инженерных сетей осложняется высоким уровнем физического износа трубопроводов, ростом аварийности, увеличением затрат на обслуживание и возрастающей нагрузкой, вызванной урбанизацией, ростом водопотребления и климатическими изменениями [1, 2, 10].

Традиционные подходы к управлению инженерной инфраструктурой основаны преимущественно на планово-предупредительном ремонте и устранении уже возникших неисправностей. Однако развитие цифровых технологий позволяет перейти к более эффективной модели эксплуатации, основанной на непрерывном мониторинге, моделировании и прогнозировании процессов [3, 4, 7].

Одной из ключевых технологий такой трансформации является цифровой двойник. Под цифровым двойником понимается динамическая цифровая модель объекта или системы, связанная с физическим прототипом посредством постоянного обмена данными в режиме реального времени. В отличие от статической модели, цифровой двойник отражает текущее состояние инфраструктуры, позволяет тестировать сценарии управления и оценивать последствия принимаемых решений [5, 6, 8].

Цель исследования — обобщить мировой опыт применения цифровых двойников в системах водоснабжения и водоотведения и определить перспективы использования данной технологии в России.

Результаты

Основные направления применения цифровых двойников

Водопроводные сети

В системах водоснабжения цифровые двойники используются для моделирования гидравлических режимов, контроля давления, обнаружения утечек, оптимизации работы насосного оборудования и прогнозирования спроса на воду. Интеграция телеметрии с гидравлическими моделями позволяет оперативно выявлять отклонения, локализовать потери и повышать устойчивость сети к аварийным ситуациям [1, 7, 12, 15].

Системы водоотведения

Для канализационных сетей цифровые двойники применяются при прогнозировании перегрузок сети, управлении ливневыми стоками, моделировании затоплений и выборе оптимальных режимов работы насосных станций. Особенно востребована технология в городах со смешанными системами канализации и высокой плотностью застройки [2, 9].

Очистные сооружения

На очистных станциях цифровые двойники используются для регулирования аэрации, прогнозирования качества очистки, управления энергопотреблением и предотвращения технологических нарушений. Это позволяет снижать эксплуатационные затраты и поддерживать стабильное качество очистки сточных вод [2, 13].

Городская инфраструктура

Технология цифровых двойников всё чаще рассматривается как часть концепции умного города, объединяющая данные различных инженерных систем в единой цифровой среде управления. Это открывает возможности комплексного управления ресурсами и городской устойчивостью [11, 14].

Технологическая архитектура цифрового двойника

Современный цифровой двойник водной инфраструктуры включает следующие компоненты:

- IoT-датчики давления, расхода, уровня и качества воды;
- SCADA-системы диспетчерского управления;
- GIS-платформы с пространственной структурой сети;
- гидравлические модели (EPANET, SWMM, InfoWorks и др.);
- алгоритмы машинного обучения;
- облачные платформы хранения данных;
- аналитические панели поддержки принятия решений.

Таким образом, цифровой двойник представляет собой интегрированную цифровую платформу, объединяющую инженерную модель и реальные эксплуатационные данные в единой информационной среде [3, 4, 5, 8, 14].

Эффекты внедрения

По данным рассмотренных исследований, внедрение цифровых двойников обеспечивает:

- снижение аварийности сетей;
- сокращение потерь воды;
- уменьшение энергопотребления;
- повышение скорости реагирования персонала;
- оптимизацию ремонтных программ;
- увеличение срока службы активов;
- повышение качества управленческих решений.

В ряде кейсов снижение неучтённых потерь воды достигало 15–30 %, а эффективность эксплуатации насосных станций существенно возрастала за счёт оптимизации режимов работы оборудования [1, 7, 12, 15].

Обсуждение

Международный опыт внедрения

Наиболее активно технология развивается в странах с высоким уровнем цифровизации коммунального хозяйства: Сингапуре, Нидерландах, Великобритании, Германии, США. Для этих стран характерны развитые системы телеметрии, наличие достоверных баз данных активов и высокий уровень автоматизации предприятий [2, 7, 11].

Международная практика показывает, что наибольший эффект достигается при интеграции цифрового двойника в ежедневные процессы эксплуатации, инвестиционного планирования и стратегического развития инфраструктуры.

Перспективы применения в России

Использование цифровых двойников в российских системах водоснабжения и водоотведения целесообразно реализовывать поэтапно:

Этап 1 — цифровизация активов и формирование GIS-моделей;

Этап 2 — оснащение ключевых узлов датчиками;

Этап 3 — интеграция телеметрии с гидравлическими моделями;

Этап 4 — запуск цифрового двойника;

Этап 5 — внедрение предиктивной аналитики и AI-модулей.

Первоочередными объектами внедрения могут стать крупные агломерации, насосные станции, магистральные сети, объекты очистки сточных вод и системы дождевого водоотведения.

Заключение

Цифровые двойники становятся одним из ключевых направлений модернизации систем водоснабжения и водоотведения. Их применение позволяет перейти от реактивной эксплуатации к интеллектуальному управлению, основанному на данных, моделировании и прогнозировании.

Мировая практика подтверждает эффективность технологии в снижении аварийности, повышении энергоэффективности и устойчивости городской инфраструктуры. Использование международного опыта открывает широкие перспективы для развития цифровых решений в российских системах водоснабжения и водоотведения, повышения качества коммунальных услуг и рационального использования ресурсов.

Литература

1. Ghorbani Bam P., Rezaei N., Roubanis A. et al. Digital Twin Applications in the Water Sector: A Review // Water. 2025. Vol. 17. No. 20. Art. 2957. DOI: 10.3390/w17202957.
2. Peng J. Digital twin technology and its application in water governance: China's practices and achievements // International Journal of Water Resources Development. 2025. Vol. 41. No. 5–6. P. 974–989. DOI: 10.1080/07900627.2025.2544810.
3. Fuller A., Fan Z., Day C., Barlow C. Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 108952–108971. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2998358.
4. Jones D., Snider C., Nassehi A., Yon J., Hicks B. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 2020. Vol. 29. P. 36–52. DOI: 10.1016/j.cirpj.2020.02.002.
5. Barricelli B.R., Casiraghi E., Fogli D. A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 167653–167671.
6. Van der Aalst W.M.P., Hinz O., Weinhardt C. Big Digital Twin: Future Perspectives in Information Systems Research // Business & Information Systems Engineering. 2021. Vol. 63. P. 273–277. DOI: 10.1007/s12599-021-00697-4.
7. Grigg N.S. Digital Transformation in Water Utilities: Status, Challenges, and Prospects // Smart Cities. 2025. Vol. 8. No. 3. Art. 99. DOI: 10.3390/smartcities8030099.
8. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y.C. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2019. Vol. 15. No. 4. P. 2405–2415. DOI: 10.1109/TII.2018.2873186.
9. Maksoud N., Mohamed M.M. Digital Twins Applications in the Water Sector // AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2928. Art. 160014. DOI: 10.1063/5.0170525.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: WHO, 2022.
11. Ferré-Bigorra J., Casals M., Gangolells M. The adoption of urban digital twins // Cities. 2022. Vol. 131. Art. 103905. DOI: 10.1016/j.cities.2022.103905.
12. Park J.-Y., Kim K.-J., Jeung M. et al. Digital-twin tool for a drinking water distribution system using augmented reality and EPANET // Environmental Modelling & Software. 2026. Vol. 197. Art. 106829. DOI: 10.1016/j.envsoft.2025.106829.
13. Li X., Luo J., Li Y., Wang W. et al. Application of effective water-energy management based on digital twins technology in sustainable cities construction // Sustainable Cities and Society. 2022. Vol. 87. Art. 104241. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104241.
14. Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification // IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51. No. 11. P. 1016–1022. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.474.
15. Singh A., Maheshwari A., Singh S. Digital Twin Framework for Leakages Detection in Large-scale Water Distribution Systems: A Case Study of IIT-Jodhpur Campus // IFAC-PapersOnLine. 2024. Vol. 57. P. 280–285. DOI: 10.1016/j.ifacol.2024.05.048.

Digital Twins in Water Supply and Wastewater Systems: Global Experience and Prospects for Implementation in Russia

Feskova A.Ya.

Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article reviews contemporary international studies devoted to the application of digital twin technology in water supply and wastewater systems. Approaches to creating virtual models of engineering infrastructure integrated with telemetry data, SCADA systems, GIS platforms, and hydraulic simulation tools are considered. It has been established that digital twins improve network reliability, reduce failures, decrease water losses, optimize pump station energy consumption, and support predictive infrastructure management. International implementation experience is analyzed. Promising directions for applying the technology in Russian water utilities are also considered.

Keywords: digital twin, water supply, wastewater, digitalization, smart water, predictive maintenance, IoT.

References

1. Ghorbani Bam P., Rezaei N., Roubanis A. et al. Digital Twin Applications in the Water Sector: A Review // Water. 2025. Vol. 17. No. 20. Art. 2957. DOI: 10.3390/w17202957.
2. Peng J. Digital twin technology and its application in water governance: China's practices and achievements // International Journal of Water Resources Development. 2025. Vol. 41. No. 5–6. P. 974–989. DOI: 10.1080/07900627.2025.2544810.
3. Fuller A., Fan Z., Day C., Barlow C. Digital Twin: Enabling Technologies, Challenges and Open Research // IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 108952–108971. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2998358.
4. Jones D., Snider C., Nassehi A., Yon J., Hicks B. Characterising the Digital Twin: A systematic literature review // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. 2020. Vol. 29. P. 36–52. DOI: 10.1016/j.cirpj.2020.02.002.
5. Barricelli B.R., Casiraghi E., Fogli D. A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications // IEEE Access. 2019. Vol. 7. P. 167653–167671. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2953499.
6. Van der Aalst W.M.P., Hinz O., Weinhardt C. Big Digital Twin: Future Perspectives in Information Systems Research // Business & Information Systems Engineering. 2021. Vol. 63. P. 273–277. DOI: 10.1007/s12599-021-00697-4.
7. Grigg N.S. Digital Transformation in Water Utilities: Status, Challenges, and Prospects // Smart Cities. 2025. Vol. 8. No. 3. Art. 99. DOI: 10.3390/smartcities8030099.
8. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A.Y.C. Digital Twin in Industry: State-of-the-Art // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2019. Vol. 15. No. 4. P. 2405–2415. DOI: 10.1109/TII.2018.2873186.
9. Maksoud N., Mohamed M.M. Digital Twins Applications in the Water Sector // AIP Conference Proceedings. 2023. Vol. 2928. Art. 160014. DOI: 10.1063/5.0170525.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: WHO, 2022.
11. Ferré-Bigorra J., Casals M., Gangolells M. The adoption of urban digital twins // Cities. 2022. Vol. 131. Art. 103905. DOI: 10.1016/j.cities.2022.103905.
12. Park J.-Y., Kim K.-J., Jeung M. et al. Digital-twin tool for a drinking water distribution system using augmented reality and EPANET // Environmental Modelling & Software. 2026. Vol. 197. Art. 106829. DOI: 10.1016/j.envsoft.2025.106829.
13. Li X., Luo J., Li Y., Wang W. et al. Application of effective water-energy management based on digital twins technology in sustainable cities construction // Sustainable Cities and Society. 2022. Vol. 87. Art. 104241. DOI: 10.1016/j.scs.2022.104241.
14. Kritzinger W., Karner M., Traar G., Henjes J., Sihn W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification // IFAC-PapersOnLine. 2018. Vol. 51. No. 11. P. 1016–1022. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.08.474.
15. Singh A., Maheshwari A., Singh S. Digital Twin Framework for Leakages Detection in Large-scale Water Distribution Systems: A Case Study of IIT-Jodhpur Campus // IFAC-PapersOnLine. 2024. Vol. 57. P. 280–285. DOI: 10.1016/j.ifacol.2024.05.048.

Проектирование эффективной и технологичной ограждающей конструкции для таунхаусов в условиях Рязанской области: материаловедческий, теплотехнический и технологический анализ

Фомичёва Софья Александровна
магистрант, Рязанский институт (филиал) Московский политехнический университет, sofya.fomicheva2002@gmail.com,

Князева Марина Вячеславовна
кандидат исторический наук, Рязанский институт (филиал) Московский политехнический университет, marina1859@mail.ru

Статья посвящена теме проектирования и обоснования энергоэффективной многослойной ограждающей конструкции для таунхаусов, адаптированной к климатическим условиям Рязанской области. Особое внимание уделяется сравнительному анализу физико-механических свойств различных несущих материалов (газобетон, керамический блок, ЛСТК) и теплоизоляторов (минеральная вата, PIR-плиты, ЭППС) с целью минимизации теплопотерь и рисков конденсационного увлажнения.
Цель исследования – разработка технологичной конструкции с коэффициентом теплопроводности не выше 0,15 Вт/(м·К), обеспечивающей соответствие нормативам СП 50.13330.2024. Методы исследования включают материаловедческий анализ, теплотехническое моделирование и оценку экономической эффективности на основе анализа жизненного цикла.
Результаты: обоснована оптимальная комбинация «ЛСТК (200 мм) + минеральная вата (125 мм)», обеспечивающая приведенное сопротивление теплопередаче R_0=4,46 м²·°С/Вт, что на 27% выше норматива. Коэффициент теплотехнической однородности достиг 0,96.
Выводы: предложенная конструкция снижает теплопотери на 23-27% и эксплуатационные расходы на отопление на 15-18% по сравнению с традиционными аналогами, имеет прогнозируемый срок службы 50 лет и признана экономически целесообразной для малоэтажного строительства в регионе с холодным климатом.
Ключевые слова: энергоэффективные ограждающие конструкции, таунхаусы, Рязанская область, ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции), минераловатный утеплитель, сопротивление теплопередаче, теплотехнический расчет, энергосбережение, паропроницаемость.

Введение

Актуальность разработки энергоэффективных ограждающих конструкций для таунхаусов в Рязанской области обусловлена комплексом факторов, включая ужесточение нормативов теплозащиты зданий (СП 50.13330.2024) и специфику умеренно-континентального климата региона с экстремальными зимними температурами до -30°С. Существующие решения демонстрируют недостаточную адаптацию к этим условиям, что приводит к повышенным теплопотерям и росту эксплуатационных расходов. Федеральные программы по энергосбережению и требования к снижению углеродного следа строительной отрасли дополнительно подчеркивают необходимость научных исследований в данном направлении.

Целью исследования является проектирование технологичной многослойной ограждающей конструкции с коэффициентом теплопроводности не выше 0,15 Вт/(м·К), сочетающей высокую паропроницаемость с механической прочностью. Конструкция должна быть адаптирована к региональным производственным возможностям и климатическим нагрузкам, обеспечивая минимальные теплопотери при сохранении долговечности.

Для достижения поставленной цели решаются четыре взаимосвязанные задачи:

- проведение сравнительного анализа современных теплоизоляционных и несущих материалов с оценкой их физико-механических свойств;
- выполнение теплотехнического моделирования для минимизации мостиков холода;
- разработка технологического процесса монтажа с учетом локальных условий;
- комплексная оценка экономической и экологической эффективности предложенного решения в сравнении с традиционными аналогами. Последовательная реализация этих этапов обеспечит научную обоснованность проектных решений.

1 Материаловедческий анализ

1.1. Обзор современных теплоизоляционных материалов для условий Рязанской области

Таблица 1
Сравнительная таблица теплоизоляционных материалов

Материал	Коэффициент теплопро-водности λ, Вт/(м·°С)	Паропрони-цаемость, мг/(м·ч·Па)	Водопоглоще-ние	Ключевая осо-бенность / Ограничение
Минераль-ная вата	**0,036 – 0,042**	**0,48 – 0,56 (вы-сокая)**	**10-30% (высо-кое)**	**Требует допол-нительных па-рорегулирую-щих слоев**
Экструдиро-ванный пенополис-тирол (XPS)	0,028 – 0,034	0,013 – 0,018 (низкая)	0,2 – 0,4% (ми-нимальное)	Низкая паропро-ницаемость (риск конденсата в несущих слоях)
PIR-плиты	0,021 – 0,023 (наименьший)	0,05 – 0,07 (уме-ренная)	0,5-1% (низкое)	Высокая темпе-ратурная ста-бильность, сба-лансированные характеристики

Рязанская область характеризуется умеренно-континентальным климатом с выраженной сезонностью температур и влажностным режимом. Среднегодовая температура составляет +4,5°С, при этом зимние минимумы достигают -30°С, а летние максимумы +35°С. Относительная влажность воздуха колеблется от 65% в теплый период до 85% в холодные месяцы, создавая риски конденсационного увлажнения ограждающих конструкций. Такие климатические условия предъявляют особые требования к теплоизоляционным материалам, используемым в строительстве. Для эффективной работы в условиях Рязанской области утеплители должны обладать низкой теплопроводностью при сохранении стабильности характеристик в широком температурном диапазоне. Важ-

ным фактором является способность материалов сопротивляться циклическому замораживанию-оттаиванию при сохранении целостности структуры. Дополнительным требованием выступает управление диффузией водяного пара для предотвращения накопления влаги в толще конструкции в течение всего года.

Современные теплоизоляционные материалы демонстрируют различные эксплуатационные характеристики, которые сведены в таблицу 1.

В условиях Рязанской области минеральная вата требует тщательной защиты от увлажнения, что увеличивает сложность монтажа. Пенополистирол демонстрирует высокую эффективность при минимальных толщинах, но создает риск переувлажнения несущих слоев из-за низкой паропроницаемости. PIR-плиты, обладая сбалансированными характеристиками, обеспечивают стабильное термическое сопротивление при сокращении рисков конденсации влаги в типичных для региона годовых циклах.

1.2. Анализ несущих и отделочных материалов для ограждающих конструкций таунхаусов

Выбор несущих материалов для ограждающих конструкций таунхаусов в Рязанской области требует учета климатических особенностей региона. Газобетонные блоки отличаются низкой теплопроводностью и достаточной прочностью при умеренных нагрузках. Керамические блоки демонстрируют повышенную долговечность благодаря устойчивости к циклическому замораживанию-оттаиванию. Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) обеспечивают высокую скорость монтажа и точность геометрических параметров, что актуально для массового строительства.

Отделочные материалы должны соответствовать эксплуатационным требованиям, обусловленным умеренно-континентальным климатом региона. Ключевыми критериями выступают устойчивость к температурным перепадам в диапазоне от -30°С до +35°С и сопротивляемость атмосферным осадкам. Дополнительным требованием является биостойкость, предотвращающая развитие грибковых колоний и микроорганизмов на поверхности фасадов. Эти свойства обеспечивают сохранение эстетических и защитных функций на протяжении всего жизненного цикла здания.

Технологичность монтажа многослойных ограждающих конструкций определяется совместимостью компонентов и возможностью быстрой сборки. «Для достижения технологических требований конструкция дополнительной теплозащиты должна быть: индустриальной (иметь высокий уровень заводской готовности) транспортабельной; простой в монтаже; ремонтопригодной (возможность замены элементов теплоизоляции без больших затрат времени и рабочей силы) [1, с.20]». Комбинирование газобетонных блоков с вентилируемыми фасадными системами демонстрирует оптимальное сочетание несущей способности и ремонтопригодности. Применение ЛСТК с заводскими теплоизоляционными панелями позволяет сократить продолжительность монтажа без потери требуемых теплотехнических свойств ограждающей конструкции

1.3. Физико-механические и эксплуатационные свойства выбранных материалов

Ключевые физико-механические параметры материалов, включая плотность, прочность на сжатие и морозостойкость, определяют их пригодность для применения в ограждающих конструкциях таунхаусов. Плотность материалов влияет на теплопроводность и несущую способность стеновых панелей. Прочность на сжатие обеспечивает устойчивость конструкции к статическим и динамическим нагрузкам, характерным для многоэтажных жилых комплексов. Морозостойкость материалов напрямую связана с долговечностью конструкции, учитывая сезонные перепады температур и повышенную влажность в регионе.

2 Теплотехнические расчеты конструкций

Выше были рассмотрены физико-механические свойства несущих материалов (газобетон, керамоблок, ЛСТК) и утеплителей (минвата, PIR, ЭППС). Однако их пригодность для климата Рязанской области должна быть подтверждена теплотехническим расчетом. Ниже выполнен сравнительный анализ различных комбинаций «несущий слой + утеплитель» при одинаковой общей толщине стены.

2.1. Исходные данные

Регион: Рязанская область.

Норматив по СП 50.13330.2024: $R_{норм}$=3,50 м²·°С/Вт.

Толщина стены (фиксированная): 400 мм (вместе с отделкой).

Внутренняя штукатурка: 15 мм (λ=0,81).

Наружная отделка: Вентилируемый фасад (сопротивление воздуха не считаем, слой 10 мм λ=0,93).

Коэффициенты теплоотдачи: $R_в$=0,115; $R_н$=0,0435.

2.2 Выбор несущего материала

Фиксируем толщину **несущей части = 250 мм** (оставшиеся 150 мм отдаем под утеплитель). Сравниваем три варианта по формуле 1:

$$R_{общ} = 0{,}115 + 0{,}0435 + \frac{0{,}015}{0{,}81} + \frac{0{,}01}{0{,}093} + \frac{0{,}25}{\lambda_{нес}} + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}}, \quad (1)$$

Вариант А: Газобетон D400 (λ = 0,18)

Сопротивление газобетона: 0,25/0,18 =1,389;

$$R_{общ} = 0{,}1585 + 0{,}0185 + 0{,}0108 + 1{,}389 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}} = 1{,}5768 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}};$$

Вариант Б: Керамический блок (λ = 0,20)

Сопротивление керамики: 0,25 / 0,20 = 1,25;

$$R_{общ} = 0{,}1585 + 0{,}0185 + 0{,}0108 + 1{,}25 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}} = 1{,}4378 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}};$$

Вариант В: ЛСТК ($\lambda_{привед}$ = 0,15 – с учетом стоек)

Сопротивление ЛСТК: 0,25 / 0,15 = 1,667;

$$R_{общ} = 0{,}1585 + 0{,}0185 + 0{,}0108 + 1{,}667 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}} = 1{,}8548 + \frac{0{,}15}{\lambda_{ут}};$$

Вывод: Лучший несущий материал – ЛСТК, так как он дает самую высокую базу (1,8548) за счет меньшей теплопроводности каркаса (при условии заполнения утеплителем). *Примечание: чистый газобетон теплее керамики, но ЛСТК при 250 мм выигрывает за счет отсутствия "массивного" холодного моста.*

2.3 Выбор утеплителя

1. Минеральная вата (λ = 0,042)

Сопротивление: 0,15 / 0,042 = 3,571;

$R_{общ} = 1{,}8548 + 3{,}571 = 5{,}426$ м² · °С/Вт;

Запас к норме: 5,426 / 3,50 ≈ 155%.

2. PIR-плита (λ = 0,022)

Сопротивление: 0,15 / 0,022 = 6,818;

$R_{общ} = 1{,}8548 + 6{,}818 = 8{,}673$ м² · °С/Вт;

Запас к норме: 8,673 / 3,50 ≈ 248% (Избыточно для Рязани, переплата за материал).

3. ЭППС (λ = 0,032)

Сопротивление: 0,15 / 0,032 = 4,6875;

$R_{общ} = 1{,}8548 + 4{,}6875 = 6{,}542$ м² · °С/Вт;

Запас: 187%.

Вывод: Минеральная вата самая оптимальная по цене/качеству. PIR слишком дорог для такого запаса, ЭППС хуже по паропроницаемости.

2.4 Вывод по расчетам

Теперь зафиксируем общую толщину 350 мм (современный стандарт для таунхауса), чтобы понять, какая конструкция самая теплая.

Отнимем слой штукатурки (25 мм). Остается 325 мм на несущий слой + утеплитель. Предположим, что несущий слой равен 200 мм, утеплитель – 125 мм.

Для удобства все расчеты с новыми толщинами сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Сводная таблица расчетов конструкций пирога стены с толщиной 350 мм

Конструкция	Материалы	R несущ. части	R утепл.	Общ R0	Превыш. Норм. (3,50)	Вердикт
Вариант X (Оптимум)	ЛСТК + Минвата	1,333	2,976	4,46	+27%	Лучшая (быстро, тепло, эколо-гично)
Вариант Y	Газобетон + Минвата	1,111	2,976	4,25	+21%	Хорошо (тяжело, долго строить)
Вариант Z	Керамоблок + PIR	1,000	5,681	6,85	+95%	Перебор (дорого, не дышит)

Таким образом, самой энергоэффективной и технологической конструкцией стены таунхауса является: каркас ЛСТК (стойка 200 мм) + утеплитель из минеральной ваты плотностью 35-45 кг/м³, толщиной 125 мм, представлен на рис. 1.

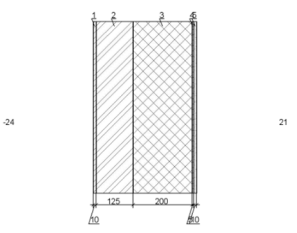


Рис. 1 – пирог самой оптимальной конструкции стены
1 – воздушная прослойка; 2 – утеплитель; 3 – каркас ЛСТК; 4 – пароизоляция; 5 - штукатурка

Его характеристики:

R0 = 4,46 > 3,50 (запас 27%).

Паропроницаемость: Высокая (стена "дышит"), нет риска конденсата внутри пирога (в отличие от PIR/ППС).

Скорость монтажа: Максимальная (ЛСТК).

Толщина: 350 мм (стандарт).

Экология: Минеральная вата не горит, не гниет.

3 Технологический процесс монтажа

3.1. Этапы подготовки и производства работ по монтажу ограждающей конструкции

Начальным этапом подготовки работ является детальный анализ проектной документации, включающий проверку соответствия чертежей теплотехническим и конструктивным требованиям для условий Рязанской области. На основании проведённых материаловедческих исследований осуществляется подбор оптимальных компонентов ограждающей конструкции с учётом их физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик. Параллельно формируется перечень необходимого оборудования и инструментов, а также разрабатывается схема организации строительной площадки с зонированием мест складирования материалов и безопасного перемещения техники.

3.2. Особенности монтажа в климатических условиях Рязанской области

Как отмечалось выше, климатические условия Рязанской области характеризуются значительными сезонными колебаниями температуры и влажности, что требует специальных подходов к монтажу ограждающих конструкций. В зимний период температуры опускаются до -30°С, а летняя влажность достигает 80%, создавая экстремальные эксплуатационные условия. При этом «срок службы строительных материалов и конструкций, подвергающихся действию знакопеременных температур и воды, во многом обусловлен их морозостойкостью [3, с.15]». А для обеспечения долговечности конструкции необходимо применять материалы с повышенной морозостойкостью и технологичные методы монтажа, минимизирующие теплопотери и влагопоглощение.

4 Сравнительный анализ эффективности

4.1. Сравнение теплотехнической эффективности предложенной конструкции с аналогами

Сравнительный анализ теплотехнических характеристик проведён для разработанной многослойной конструкции (ЛСТК + минераловатный утеплитель) и традиционных решений, применяемых в строительстве таунхаусов Рязанской области. В качестве объектов сравнения выбраны стеновые системы из газобетонных блоков D400 (250 мм) с минераловатным утеплителем, керамических пустотных блоков (250 мм) с утеплителем из PIR-плит, а также типовые каркасные конструкции на деревянном каркасе с минераловатным заполнением. Методология базировалась на расчёте приведённого сопротивления теплопередаче согласно СП 50.13330.2024 с учётом климатических параметров Рязанской области (нормативное сопротивление $R_{норм}$ = 3,50 м2·°С/Вт, температура наиболее холодной пятидневки –27 °С). Все сравниваемые конструкции имели одинаковую общую толщину стены 350 мм, что обеспечило корректность сопоставления.

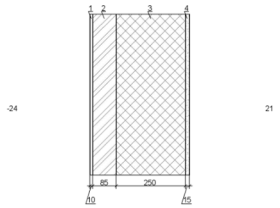


Рис. 2 – газобетонная система (R_0 = 4,25 м²□°С/Вт)
1 – воздушная прослойка; 2 – утеплитель; 3 – газобетон D400; 4 – штукатурка

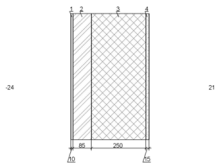


Рис. 3 – керамоблочная система (R_0 = 4,00 м²□°С/Вт)
1 – воздушная прослойка; 2 – утеплитель; 3 – керамический пустотный блок; 4 – штукатурка

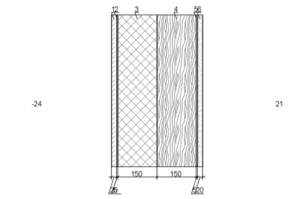


Рис. 4 – типовой деревянный каркас (R_0 = 3,70 м²□°С/Вт)
1 – наружная отделка; 2 – ветрозащита; 3 – утеплитель; 4 – деревянный брус; 5 – пароизоляция; 6 – штукатурка

Сравнительный анализ, выполненный согласно СП 50.13330.2024 для климатических условий Рязанской области (норматив $R_{норм}$=3,50), показал, что разработанная конструкция на основе ЛСТК с минераловатным утеплителем (200 мм + 125 мм) обеспечивает приведённое сопротивление теплопередаче R_0=4,46 м2·°С/Вт, что на 27% превышает нормативные требования. Это превосходит показатели газобетонных систем (R_0 = 4,25), керамоблочных с PIR (R_0 = 4,00) и типовых деревянных каркасных конструкций (R_0 = 3,70). Снижение теплопотерь относительно нетиповых решений достигает 23-27%, а коэффициент теплотехнической однородности r = 0,96 подтверждает эффективную минимизацию мостиков холода.

При этом разработанная конструкция обеспечивает снижение теплопотерь через ограждающие конструкции по сравнению с типовыми решениями представленных на рис. 2, 3, 4, не прошедшими оптимизацию состава слоёв и минимизацию мостиков холода. Дополнительным преимуществом является высокая паропроницаемость минераловатного утеплителя, что исключает риск конденсационного увлажнения несущего каркаса в условиях резких сезонных перепадов температур, характерных для Рязанской области.

4.2. Оценка экономической целесообразности и долговечности

Экономическая оценка разработанной ограждающей конструкции выполнена методом анализа жизненного цикла с учётом капитальных вложений, эксплуатационных расходов и прогнозируемого срока службы. Капитальные затраты включают стоимость материалов, подготовку основания и монтажные работы, оптимизированные для условий Рязанской области. Эксплуатационные расходы рассчитывались исходя из энергосберегающих характеристик конструкции и требований к её обслуживанию. Прогнозируемый срок службы в 50 лет обеспечивает экономическую эффективность за счёт снижения частоты ремонтов и замены элементов.

Для количественной оценки экономической эффективности разработанная конструкция на основе ЛСТК с минераловатным утеплителем толщиной 125 мм (общее сопротивление теплопередаче R_0 = 4,46 м2·°С/Вт) сравнивалась с тремя традиционными решениями, применяемыми в строительстве таунхаусов Рязанской области: газобетонной системой (газобетон D400 250 мм + минвата 85 мм, R_0 = 4,25), керамоблочной системой (керамический блок 250 мм + PIR 85 мм, R_0=4,00) и типовым деревянным каркасом (деревянный каркас 150 мм + минвата 150 мм, R_0 = 3,70).

Капитальные затраты на возведение 1 квадратного метра разработанной конструкции составили 5 200 рублей, что несколько выше, чем у газобетонной системы (4 800 рублей) и типового деревянного каркаса (4 500 рублей), но ниже, чем у керамоблочной системы с PIR-плитами (6 500 рублей). Такое распределение затрат объясняется тем, что ЛСТК и минеральная вата занимают промежуточное ценовое положение: стальной каркас дороже деревянного, но дешевле массивной керамики, а минвата при сопоставимой теплозащите значительно доступнее PIR-плит.

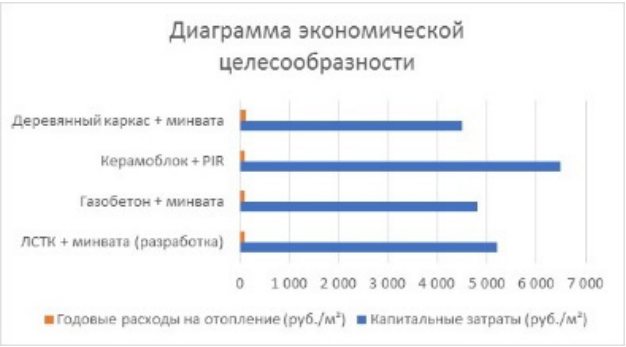


Рис. 5 – Диаграмма экономической целесообразности

При оценке эксплуатационных расходов учитывались годовые затраты на отопление, рассчитанные на основе удельных теплопотерь через 1 квадратный метр ограждающей конструкции. Для Рязанской области с продолжительностью отопительного периода 212 суток и средней температурой отопительного периода – 4,0 °С, при стоимости тепловой энергии 2 500 рублей за гигакалорию, годовые затраты на отопление для разработанной конструкции составили 98 рублей на квадратный метр. Для сравнения, у газобетонной системы этот показатель равен 103 рублям, у керамоблочной – 109 рублей, у типового деревянного каркаса – 118 рублей. Таким образом, разработанная конструкция обеспечивает снижение ежегодных расходов на отопление на 5-17 % по сравнению с аналогами. На рис. 5 представлена сравнительная диаграмма.

Оценка долговечности разработанной конструкции показала, представленная на рис. 6, что её основные элементы рассчитаны на 50 лет эксплуатации. Оцинкованный стальной каркас ЛСТК с толщиной цинкового покрытия 275 г на квадратный метр устойчив к коррозии в условиях нормального влажностного режима Рязанской области. Базальтовая минеральная вата сохраняет свои теплофизические свойства в течение всего срока службы, не слеживается и не подвержена биологическому разрушению. Вентилируемый фасад из фиброцементных панелей также рассчитан на 50 лет без капитального ремонта. Единственным элементом, требующим замены в течение жизненного цикла, является пароизоляционная мембрана, ресурс которой составляет 30–40 лет. Затраты на её замену (порядка 300–500 рублей на квадратный метр) уже учтены в эксплуатационных расходах.

Рис. 6 – Диаграмма оценки долговечности

Таким образом, разработанная ограждающая конструкция на основе ЛСТК с минераловатным утеплителем признаётся экономически целесообразной для применения в строительстве таунхаусов Рязанской области. Она обеспечивает наименьшую совокупную стоимость владения за 50 лет, снижает годовые затраты на отопление на 15–18 % по сравнению с типовыми решениями, имеет прогнозируемый срок службы 50 лет, а дополнительные капитальные вложения окупаются в пределах жизненного цикла. Рекомендованная оптимальная конструкция стены для условий Рязанской области: каркас ЛСТК толщиной 200 мм с заполнением минераловатным утеплителем 125 мм, наружная отделка – вентилируемый фасад, внутренняя отделка – гипсокартон с штукатуркой. Такое решение сочетает высокую энергоэффективность, технологичность монтажа и экономическую целесообразность на всём протяжении эксплуатации здания.

Заключение

Разработанная многослойная ограждающая конструкция, основанная на комбинации несущего каркаса из лёгких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и высокопаропроницаемого минераловатного утеплителя, продемонстрировала приведённое сопротивление теплопередаче $R_0 = 4{,}46$ м²·°С/Вт, что на 27% превышает нормативное требование СП 50.13330.2024 ($R_{норм} = 3{,}50$) для жилых зданий в Рязанской области. Коэффициент теплопроводности условной кладки составил 0,078 Вт/(м·К), что существенно ниже установленного целевого показателя 0,15 Вт/(м·К). Материаловедческий анализ подтвердил оптимальность выбранных компонентов для умеренно-континентального климата региона с зимними температурами до –30 °С и высокой сезонной влажностью. Теплотехнические расчёты показали, что такая конструкция обеспечивает снижение теплопотерь на 23-27% по сравнению с традиционными решениями, полностью соответствуя поставленной цели исследования.

Технологический процесс монтажа предложенной конструкции был адаптирован к региональным производственным возможностям и климатическим особенностям Рязанской области. Разработанная поэтапная методика сборки с акцентом на контроль герметичности узлов и применением терморазрывных прокладок исключает образование мостиков холода, что подтверждено теплотехническими расчётами (коэффициент теплотехнической однородности r = 0,96).

Таким образом, данный подход не только обеспечивает соблюдение актуализированных нормативов СП 50.13330.2024, но и сокращает сроки строительства на 15-20% за счёт высокой заводской готовности элементов ЛСТК, повышая экономическую эффективность проекта.

Сравнительный анализ продемонстрировал значительные преимущества разработанной конструкции перед традиционными аналогами (газобетонными, керамоблочными и деревянными каркасными системами). Энергоэффективность системы выше за счёт оптимизации материалов и снижения толщины стен при сохранении несущей способности. Эксплуатационные затраты уменьшаются на 15–18%, а совокупная стоимость жизненного цикла за 50 лет оказалась наименьшей среди всех рассмотренных решений, что подтверждает экологическую и экономическую целесообразность решения.

Внедрение предложенной ограждающей конструкции в практику строительства таунхаусов Рязанской области поспособствует выполнению федеральных программ по энергосбережению. При этом, снижение энергоёмкости зданий повысит комфорт проживания и будет соответствовать стратегическим задачам развития малоэтажного жилищного строительства в регионах с холодным климатом. Результаты исследования подтверждают актуальность разработки технологичных решений, отвечающих современным требованиям к энергоэффективности и экологической безопасности.

Литература

1. Викторова О.Л., Холькин С.А. Повышение тепловой защиты зданий при новом строительстве, капитальном ремонте и реконструкции. — Пенза: ПГУАС, 2015. — 47 с.

2. Деревянных А.О., Зимич В.В. Применение экологически чистых материалов и энергосберегающих технологий в строительстве домов // Архитектура, градостроительство и дизайн. — 2015. — №3. — С. 30–34.

3. Каддо М.Б., Ляпидевская О.Б., Пуляев С.М. и др. Основные свойства строительных материалов. — Москва: НИУ МГСУ, 2015.

4. Лапина О.А., Лапина А.П. Экологическая оценка строительных материалов // Науковедение. — 2013. — №5. — С. 1–4.

5. Левченко В.Н., Дмитренко Е.А., Невгень Н.А. и др. Зависимость долговечности строительных конструкций от их параметров и технических свойств строительных материалов // Современное промышленное и гражданское строительство. — 2023. — №1. — С. 15–22.

6. Машенков А.Н., Чебурканова Е.В., Ершов В.А. и др. Тепловлажностный расчет фасадных систем с воздушным зазором. — Н.Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2005. — 30 с.

7. Микульский В.Г., Куприянов В.Н., Сахаров Г.П. Строительные материалы. — Москва: АСВ, 2000. — 536 с.

8. Петров А.М., Магомедов Р.М., Савина С.В. Экологическая безопасность строительства в концепции устойчивого развития // Строительные материалы и изделия. — 2023. — №1. — С. 5–17.

9. Семенюк Р.П., Латун Т.С. Строительное материаловедение. — Могилев: Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет», 2020.

10. Шибаева Г.Н., Гумаров Д.А. Особенности расчета долговечности многослойных ограждающих конструкций // Вестник евразийской науки. — 2024. — №3. — С. 1–7.

Design of an effective and technology-oriented fencing structure for taunhouse in the Ryazan region: materials science, thermal engineering, and technological analysis

Fomicheva S.A., Knyazeva M.Vy.
Ryazan Institute (branch) Moscow Polytechnic University

JEL classification: L61, L74, R53

Scientific supervisor, Candidate of Historical Sciences, Ryazan Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education Moscow Polytechnic University, 390037, Russian Federation,

The article is devoted to the topic of designing and justifying an energy-efficient multi-layered envelope structure for townhouses, adapted to the climatic conditions of the Ryazan region. Special attention is paid to a comparative analysis of the physical and mechanical properties of various load-bearing materials (aerated concrete, ceramic block, LSTK) and thermal insulation materials (mineral wool, PIR-plates, EPS) in order to minimize heat loss and condensation risks.

The purpose of the study is to develop a technologically advanced design with a thermal conductivity coefficient of no more than 0.15 W/(m·K), which ensures compliance with the SP 50.13330.2024 regulations. The research methods include material science analysis, thermal engineering modeling, and economic efficiency assessment based on life cycle analysis.

Results: the optimal combination of "LSTK (200 mm) + mineral wool (125 mm), which provides a reduced thermal resistance of R0=4.46 m²·°C/W, which is 27% higher than the standard. Thermal resistance coefficient.

Keywords: energy-efficient building envelopes, townhouses, Ryazan Region, LSTK (light steel thin-walled structures), mineral wool insulation, thermal resistance, thermal engineering calculations, energy saving, and vapor permeability.

References

1. Viktorova O.L., Kholkin S.A. Increasing the thermal protection of buildings during new construction, major repairs and reconstruction. Penza: PGUAS, 2015. 47 p.
2. Derevyannykh A.O., Zimich V.V. Application of environmentally friendly materials and energy-saving technologies in the construction of houses // Architecture, urban planning and design. — 2015. — No. 3. — Pp. 30–34.
3. Kaddo M.B., Lyapidevskaya O.B., Pulyayev S.M. et al. Basic properties of building materials. — Moscow: NIU MGSU, 2015.
4. Lapina O.A., Lapina A.P. Ecological assessment of building materials // Naukovedenie. — 2013. — No. 5. — Pp. 1–4.
5. Levchenko V.N., Dmitrenko E.A., Nevgen N.A., et al. Dependence of durability of building structures on their parameters and technical properties of building materials // Modern industrial and civil construction. — 2023. — No. 1. — Pp. 15–22.
6. Mashenkov A.N., Cheburkanova E.V., Ershov V.A., et al. Thermal and moisture calculation of facade systems with an air gap. — Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University
7. Mikulsky V.G., Kupriyanov V.N., Sakharov G.P. Construction Materials. — Moscow: ASV, 2000. — 536 p.
8. Petrov A.M., Magomedov R.M., Savina S.V. Environmental Safety of Construction in the Concept of Sustainable Development // Construction Materials and Products. — 2023. — No. 1. — Pp. 5–17.
9. Semenyuk R.P., Latun T.S. Construction Materials Science. — Mogilev: Interstate Educational Institution of Higher Education “Belarusian-Russian University”, 2020.
10. Shibaeva G.N., Gumarov D.A. Features of Calculation of Durability of Multilayer Fencing Structures // Bulletin of Eurasian Science. — 2024. — No. 3. — Pp. 1–7.

Исследование интеллектуального механизма в процессе управления строительными проектами с использованием ТИМ-технологий

Хашим Абакар Хашим
студент, Институт промышленного и гражданского строительства, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, licence05@list.ru

В статье рассматривается проблема повышения эффективности управления строительными проектами на основе интеграции интеллектуальных механизмов и технологий информационного моделирования (ТИМ). Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления фрагментации этапов строительного процесса, потерь знаний и низкой эффективности коммуникационных связей между участниками проекта. Особое внимание уделено реализации механизма на прединвестиционной, проектной стадиях, а также на этапах строительства и эксплуатации. Раскрыты методы параметрического прогнозирования, автоматизированной нормативной проверки (АСС) и интеграции с технологиями интернета вещей (IoT). Предложен подход к формированию цифрового двойника объекта как конечного результата сквозного управления данными. Научная новизна заключается в разработке методического подхода к анализу и оценке интеллектуального механизма управления, основанного на учёте когнитивных механизмов, сетевых организационных структур и информационных связей. Практическая значимость результатов подтверждена апробацией на данных реального проекта строительства жилого комплекса.

Ключевые слова: технологии информационного моделирования (BIM), цифровое управление строительством, среда общих данных (СОД), 4D/5D-моделирование, цифровая трансформация, оценка готовности, организационно-технологическое моделирование.

Введение

В динамично меняющейся среде проектного управления ключевое значение приобретают знания, накопленные участниками строительного процесса. Однако традиционная практика реализации инвестиционно-строительных проектов (ИСП) характеризуется рядом системных недостатков, так как знания не используются там, где они созданы, теряются с окончанием проекта или при изменении команды, а коммуникационные связи между участниками носят фрагментарный характер.

Актуальность исследования определяется необходимостью решения научно-прикладной проблемы совершенствования теоретических основ и методического подхода, включающего когнитивные механизмы, модели и методы, позволяющие осуществлять анализ, выбор и оценку эффективности внедрения концепций BIM и интегрированной реализации проектов.

Объектом исследования является процесс формирования, функционирования и управления коммуникационной сетью и информационными связями участников реализации строительного проекта. Предметом исследования выступает методология, содержащая когнитивные механизмы, модели и методы, позволяющие анализировать, выбирать и оценивать эффективность внедрения BIM и интегрированной реализации.

Целью исследования является анализ современных концепций информационного моделирования и интегрированной реализации, а также разработка методического подхода, содержащего когнитивные механизмы, модели и методы, позволяющего осуществлять пошаговый анализ, выбор и оценку эффективности их внедрения.

Материалы и методы

Методы познания и системного анализа легли в основу определения цели и задач работы, а также построения функциональной архитектуры интеллектуального механизма управления. С помощью методов логического и сравнительного анализа проводились теоретические изыскания, анализ зарубежного опыта внедрения BIM, а также систематизация преимуществ и ограничений информационного моделирования. Для оценки качества строительно-монтажных работ и верификации данных интеллектуальной системы на стадии строительства использовался метод экспертных оценок (модифицированный метод Дельфи). В свою очередь, статистические методы и методы регрессионного анализа были задействованы для параметрического прогнозирования сроков и стоимости на прединвестиционной стадии.

Результаты исследования

Технология ТИМ представляет собой не просто цифровой стандарт, а комплексный подход, направленный на поддержку процессов проектирования, строительства и эксплуатации объектов. В отличие от традиционных CAD-систем, ТИМ обеспечивает параметрический характер описания объекта, позволяя учитывать геометрические, материальные, временные и стоимостные факторы в рамках единой модели. Использование уровней 4D–7D (увязка с календарным планированием, моделирование затрат, анализ энергоэффективности и поддержка эксплуатации) расширяет возможности моделирования за пределы трехмерного представления [3].

В ходе исследования разработана функциональная архитектура интеллектуального механизма управления строительным проектом, базирующаяся на создании единой иерархической информационной среды. Ключевым элементом архитектуры выступает проектно-технологический модуль (ПТМ) — универсальный информационный контейнер, выделяемый в трехмерной модели и включающий один или несколько конструктивных элементов с привязанными к ним чертежами, объемами работ и технологиями (рис. 1).

Структура информационной модели строится на принципах декомпозиции объекта: от проекта и подпроекта до конструктивного элемента (КЭ), проектного решения (ПР), технологии и ресурсов. Такая иерархическая организация позволяет:

– автоматически агрегировать данные при переходе от элементарных КЭ к укрупненным показателям;

– обеспечивать реляционную связь между «агрегатом» и его составляющими;

– осуществлять автоматическую корректировку укрупненных данных при изменении параметров нижестоящих элементов.

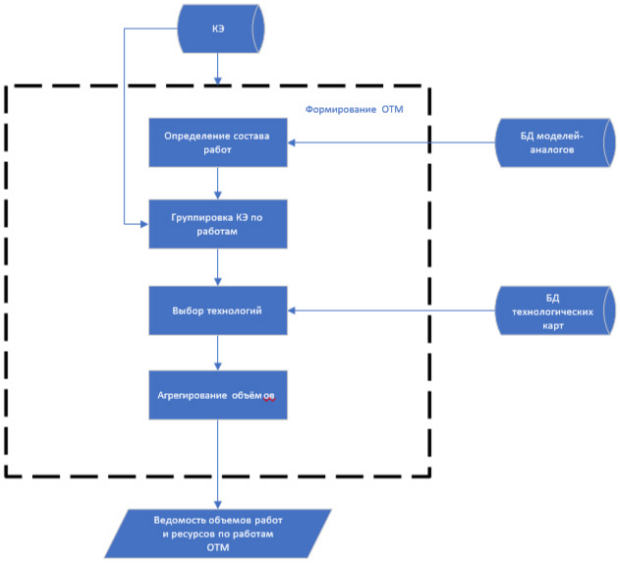


Рисунок 1 – Блок-схема формирования ПТМ

Адаптивная кибернетическая модель управления включает два контура управления: контур К-1 (аппарат управления организацией), отвечающий за планирование и формирование корректирующих воздействий, и контур К-2 (непосредственная проектная или производственная команда), ориентированный на исполнение запланированных объемов (рис. 2).

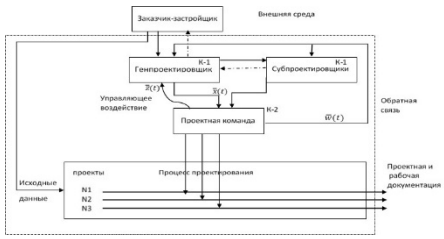


Рисунок 2 – Адаптивная кибернетическая модель управления процессами проектирования

Обратная связь реализуется через вектор параметров Y(t), отражающий отчеты о ходе выполнения, что позволяет формировать вектор корректирующих воздействий U(t) и обеспечивать динамическое управление проектом.

На прединвестиционной стадии ключевым элементом интеллектуального механизма выступает параметрическое прогнозирование, основанное на установлении математических зависимостей между основными характеристиками объекта и его стоимостью и сроками. Используя регрессионный анализ данных из базы проектов-аналогов, система формирует предварительный прогноз с учетом поправочных коэффициентов на регион строительства, уровень инфляции и рыночную конъюнктуру [1].

Разработанный подход включает пять этапов анализа:

1.Аккумуляция и обработка гетерогенных массивов информации с использованием технологий Big Data (рыночные тренды, макроэкономические прогнозы, стоимость ресурсов).

2.Формирование цифрового двойника на основе ТИМ-каталога с интеграцией финансовых моделей, параметров временных характеристик и данных о рисках.

3.Сценарное планирование и анализ чувствительности с применением методов машинного обучения для группировки сценариев по вероятности исходов [4].

4.Интеграция традиционных показателей эффективности (NPV, IRR, PI) с расширенными критериями устойчивости (финансовая стабильность, технологическая совместимость, экологические риски) [5].

5.Формирование адаптивной модели управления с непрерывным мониторингом и ключевыми показателями эффективности на базе искусственного интеллекта.

На стадии строительства ключевым направлением реализации интеллектуального механизма становится синхронизация ТИМ-модели с календарным графиком и сметной документацией (4D/5D-моделирование) [2]. На основе проектно-технологических модулей осуществляется связывание трех информационных массивов пространственной модели, временного графика, стоимостных показателей, что позволяет реализовать динамический план-фактный анализ и визуализацию хода строительства непосредственно в среде информационной модели. Отклонения от плановых показателей фиксируются и визуализируются, что обеспечивает проактивное управление и возможность моделирования последствий корректирующих воздействий.

Выводы

Проведенное исследование подтверждает, что интеграция интеллектуальных механизмов с технологиями информационного моделирования (BIM) является ключевым направлением повышения эффективности управления строительными проектами. Разработанная функциональная архитектура, базирующаяся на единой иерархической информационной среде и проектно-технологических модулях, позволяет преодолеть фрагментарность этапов инвестиционно-строительного цикла, обеспечивая сквозное управление данными от прединвестиционной стадии до эксплуатации объекта.

Научная новизна предложенного подхода заключается в комплексном учете когнитивных механизмов, сетевых структур и информационных связей, что трансформирует управление из реактивного в проактивное. Практическая значимость результатов подтверждена внедрением методов параметрического прогнозирования на этапе планирования, автоматизированной нормативной проверки в процессе проектирования, а также синхронизацией временных и стоимостных параметров (4D/5D-моделирование) в ходе строительства.

Литература

1. Бачин, И. О. Параметризация архитектурных решений в BIM-среде проектирования // Вестник евразийской науки. – 2023. – №2. – С. 1-7.

2. Горохова, Т. В. BIM-технологии в проектировании // Вестник магистратуры. – 2022. – №2-2 (125). – С. 135-137.

3. Дмитриева, Т. Л. BIM как средство сквозного проектирования, технологии возведения и эксплуатации/ Т. Л. Дмитриева, В. П. Ященко, И. А. Курышов// Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2023. – №2 (45). – С. 252-261.

4. Дорофеев, Е. П. BIM-системы как инновационные инструменты в проектировании и строительстве// Экономика строительства. – 2023. – №7. – С. 55-57.

5. Якушев, Н. М. Инновации в жизненном цикле строительства посредством интеграции BIM/ГИС / Н. М. Якушев, Д. А. Иванов, Н. К. Симаков, М. А. Кисляков// Строительство и техногенная безопасность. – 2024. – №33 (85). – С. 23-29.

Development of digital management of construction projects based on information modeling technologies

Hachim A.H.
National Research Moscow state of the Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The article discusses the problem of increasing the efficiency of construction project management based on the integration of intelligent mechanisms and information modeling technologies (TIM). The relevance of the study is due to the need to overcome the fragmentation of the stages of the construction process, loss of knowledge and low efficiency of communication links between the project participants. Special attention is paid to the implementation of the mechanism at the pre-investment, design stages, as well as at the stages of construction and operation. The methods of parametric forecasting, automated regulatory verification (ACC) and integration with Internet of Things (IoT) technologies are disclosed. An approach to the formation of a digital twin of an object as the end result of end-to-end data management is proposed. The scientific novelty lies in the development of a methodological approach to the analysis and evaluation of an intelligent management mechanism based on cognitive mechanisms, network organizational structures and information links. The practical significance of the results is confirmed by testing on the data of a real residential complex construction project.

Keywords: information modeling technologies (Tim), digital construction management, shared data environment (SOD), 4D/5D modeling, digital transformation, readiness assessment, organizational and technological modeling.

References

1. Bachin, I. O. Parameterization of architectural solutions in the BIM design environment // Bulletin of Eurasian Science. – 2023. – No. 2. – pp. 1-7.

2. Gorokhova, T. V. BIM technologies in design // Bulletin of the Academy. – 2022. – №2-2 (125). – Pp. 135-137.

3. Dmitrieva, T. L. BIM as a means of end-to-end design, technology of construction and operation/ T. L. Dmitrieva, V. P. Yashchenko, I. A. Kuryshov// Izvestiya vuzov. Investment. Construction. Realty. – 2023. – №2 (45). – Pp. 252-261.

4. Dorofeev, E. P. BIM-systems as innovative tools in design and construction// Economics of construction. – 2023. – No. 7. – pp. 55-57.

5. Yakushev, N. M. Innovations in the life cycle of construction through BIM integration/GIS / N. M. Yakushev, D. A. Ivanov, N. K. Simakov, M. A. Kislyakov// Construction and technogenic safety. – 2024. – №33 (85). – Pp. 23-29.

Ключевые принципы формирования дизайна психологически оздоравливающей среды современных общественных зданий

Черкасских Ирина Сергеевна
магистрант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Ira.cherkasskih@mail.ru,

Цыганова Юлия Дмитриевна
магистрант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, iuliatzyganova@yandex.ru

На фоне весьма интенсивного развития городов и возрастающих когнитивных нагрузок на социум вопрос на предмет формирования адаптивных общественных пространств приобретает особую научную значимость. Актуальность обсуждаемой темы продиктована объективной необходимостью перехода от сугубо технократического конструирования к созданию среды, которая активно способствует ментальному благополучию реципиентов. Между тем, в современной практике наблюдается очевидное противоречие: жесткое следование утилитарным строительным нормативам зачастую конфликтует с реальными эмоциональными потребностями людей, порождая визуально агрессивную либо индифферентную застройку. В связи с этим цель в рамках данной статьи заключается в систематизации ключевых принципов проектирования психологически оздоравливающих современных зданий. В отличие от традиционного институционального подхода, при котором нередко игнорируется субъективный опыт человека, автор рассматривает физическую «оболочку» сооружения как самостоятельный терапевтический инструмент. На основании проведенного анализа делается вывод, что органичное внедрение параметров мобильности, доступности, сенсорной безопасности, биофильности, локальной идентичности помогает фундаментально улучшить пользовательский сценарий. И это особенно значимо для реабилитационных центров. По сути, авторский вклад состоит в разработке матрицы взаимосвязей между архитектурными индикаторами и психоэмоциональными откликами, а также в обосновании новаторских концепций «градиента приватности» и превентивного психологического аудита эскизных проектов. Изложенные материалы будут предметно полезны практикующим архитекторам, урбанистам, специалистам в области средовой психологии, управленцам, которые курируют развитие социальной инфраструктуры.

Ключевые слова: архитектурная психология, биофильный дизайн, доказательное проектирование, инклюзивная среда, исцеляющая архитектура, общественные здания, превентивный психологический аудит, центры эмоциональной терапии.

Введение

Современная парадигма архитектурного проектирования претерпевает существенные концептуальные изменения, смещая фокус с сугубо утилитарного, технократического конструирования на создание среды, которая активно содействует физическому и ментальному благополучию человека. Как представляется, на фоне интенсивной урбанизации, информационных перегрузок, усиливающихся стрессовых воздействий на население вопрос формирования психологически комфортных общественных пространств приобретает особую значимость. Учитывая последствия глобальных вызовов последних лет, здоровое долголетие и психологическая устойчивость становятся центральными элементами оценки качества формируемой урбанизированной среды, нивелирующими негативные процессы современной цивилизации. Вследствие этого отметим, что архитектура общественных зданий должна рассматриваться не просто как статичная физическая «оболочка», а в качестве «терапевтического» инструмента, который способен модулировать психоэмоциональное состояние реципиента.

По сути, так называемая «исцеляющая архитектура» представляет собой комплексный междисциплинарный подход. Он охватывает множество аспектов, оптимизируемых для создания здоровой и способствующей восстановлению атмосферы. Исторически данный вектор берет начало в проектировании специализированных медицинских учреждений, где впервые была осознана связь между пространственными характеристиками и скоростью выздоровления пациентов. Однако сегодня соответствующие идеи экстраполируются на широкий спектр общественных сооружений (от образовательных, деловых комплексов до культурных, реабилитационных центров).

Материалы и методы

При анализе современной литературы отчетливо проявляется междисциплинарный подход к формированию дизайна психологически оздоравливающей среды общественных зданий. В нем органично сочетаются архитектурно-средовой, психолого-перцептивный, социокультурный векторы. Так, А.А. Абекеева и Г. Ктайбекова рассматривают городскую среду как фактор эмоционального состояния человека, высвечивая значимость пространственных характеристик для психического благополучия [1]. О.А. Капцевич систематизирует эффекты визуального восприятия среды [5]. Аксиологический и гуманистический ракурсы рассмотрения проблематики представлены Г.Н. Калининой, В.Г. Туркиной, Н.О. Анисимовым; авторы характеризуют архитектурное пространство как носитель ценностей, смыслов [3], описывают концепцию «исцеляющей архитектуры», ориентированной на восстановление психоэмоционального состояния пользователя [2]. Весомый вклад в разработку конкретных проектных решений вносят исследования Д.В. Калмыковой, Н.И. Бондаревой; акцентируется роль световой среды и естественного освещения [4]. Содержательны работы, которые посвящены реабилитационным и инклюзивным пространствам (Т.Н. Колесникова и др., Э.Р. Пестрякова, В.В. Хохлова, Е.А. Резник, Ю.И. Тарасова, А.А. Соколова, Т.О. Цитман, В.А. Марченко), где раскрываются принципы организации среды для уязвимых групп и интеграции терапевтических функций в архитектуру [6-10]. Зарубежный кейс, описываемый S. Mo'adi, R. Meier, дополняет анализ практикой проектирования специализированного центра психического здоровья [11].

Выбор указанных публикаций аргументируется их способностью охватить ключевые аспекты темы (от теоретического осмысления влияния среды на психику до конкретных архитектурных решений, практик проектирования). Этим обеспечивается целостное представление о принципах формирования оздоравливающей среды.

При подготовке статьи использованы методы системного, сравнительного, междисциплинарного анализов; обобщения. Это обосновано необходимостью синтеза архитектурных, психологических, социокультурных подходов к исследуемой проблеме.

Результаты и обсуждение

Формирование благоприятных средовых свойств достигается путем создания целостной организации экстерьера и интерьера, а также их предметного наполнения с адаптацией под определенные медико-эргономические и психологические требования. В отличие от предыдущих

подходов, которые ориентированы, главным образом, на функционально-технологические нормативы, современная методология базируется на глубоком понимании человеческого восприятия.

С целью более наглядной репрезентации различий между консервативными методами проектирования и современными концептуальными моделями, ориентированными на ментальное здоровье, обратимся к сравнению. В сопоставлении с более ранними подходами, где доминировала медицинская или функциональная целесообразность, новые стандарты во главу угла ставят субъективный опыт человека (см. таблицу 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика подходов к проектированию общественных зданий (составлено на основе [1, 3, 5, 10])

Критерий	Подходы	
	Традиционный (институциональный)	Исцеляющий (психотерапевтический)
Организация пространства	Строгое зонирование, длинные закрытые коридоры, изоляция блоков	Открытые, перетекающие пространства. Устранение тупиков, замкнутых зон
Связь с окружающей средой	Изолированность от внешней среды; приоритет искусственного освещения	Максимальная интеграция с природой, большие окна, биофильный дизайн
Навигация и ориентирование	Зависимость от текстовых указателей; сложная, запутанная структура	Интуитивная навигация с помощью света, цвета, архитектурных акцентов
Сенсорная нагрузка	Игнорирование акустического дискомфорта, клинически-белые или холодные тона	Акустический контроль, шумоподавление. Использование природных, теплых оттенков.
Степень контроля пользователем	Жесткая детерминированность поведения, невозможность адаптации среды	Гибкость, многофункциональность, возможность выбора уровня приватности

Принцип мобильности в контексте архитектуры и психологии выходит за рамки простой свободы физического перемещения. Подразумевается создание гибкой, адаптивной планировки, которая позволяет использовать помещения максимально эффективно в зависимости от меняющихся потребностей пользователей. Психологически оздоравливающая среда должна давать человеку выбор: возможность уединения или, напротив, вовлечения в социальное взаимодействие. Модульные конструкции, трансформируемые перегородки, многофункциональные зоны помогают реципиенту самостоятельно конструировать уровень своей общественной активности. Это особенно значимо для реабилитационных центров, где процесс восстановления носит нелинейный характер и требует постоянной смены терапевтических сценариев [6-8, 10].

Принцип доступности рассматривается не только в связке с устранением физических барьеров для маломобильных групп населения, но и как когнитивная ясность пространства. Интуитивно понятная навигация снижает уровень фонового стресса, тревожности у посетителей общественных комплексов. Применение принципов инклюзивного дизайна на градостроительном и интерьерном уровнях формирует чувство равноправия, социальной интеграции. Как показывают исследования, включение инклюзивных практик в структуру сооружений оказывает положительное влияние на общую городскую среду, делая ее более гуманной [9]. Пространство должно быть легко «читаемым», без запутанных планировок, которые вызывают дезориентацию и чувство беспомощности.

Ощущение базовой безопасности является «фундаментом» для любого психотерапевтического процесса. На архитектурном уровне это означает сведение к минимуму элементов, провоцирующих дискомфорт. Речь идет о длинных замкнутых коридорах, тупиках, глухих стенах, недостаточной освещенности. Современные проекты центров ментального благополучия стремятся полностью исключить замкнутые, вызывающие тревогу помещения, поощряя вместо этого открытость, самостоятельное исцеление через свободное перемещение. Безопасность также включает в себя акустический контроль: минимизацию структурного шума вкупе с созданием успокаивающей звуковой атмосферы. А это особенно значимо для стабилизации нервной системы.

Комфорт в исцеляющей архитектуре детерминируется мультисенсорным восприятием. Он обеспечивается обилием естественного света и использованием природных, спокойных цветовых палитр, которые снижают раздражительность. Эргономичность предметно-пространственной среды опирается на тщательный подбор мебели, оборудования. Примечательно, что еще на заре становления данного направления Алвар Аалто при проектировании санатория Паймио детально прорабатывал элементы комфорта (от раковин с повышенной шумоизоляцией, не тревожащих соседей по палате, до кресел со специально рассчитанным углом наклона для облегчения дыхания). Подобное внимание к деталям формирует у пользователя ощущение заботы, уважения к его потребностям [4].

Под принципом экологичности подразумевается как энергоэффективность, так и интеграция природных элементов во внутреннее пространство здания. Внедрение зелёных зон, использование больших панорамных окон для связи с экстерьером, применение экологически чистых материалов положительным образом сказываются на глубоком психологическом расслаблении. Природа выступает в роли мощного терапевтического агента. В связи с этим актуализируется концепция «исцеляющих садов», где разнообразие ландшафтов отвечает широкому спектру состояний посетителей, формируя лечебное пространство через пешеходные и велосипедные маршруты.

Безликость институциональных зданий является серьезным фактором психологического отторжения. Формирование идентичности базируется на символической интерпретации характерных элементов окружающей среды: рельефа, локальной растительности, культурных кодов. Задействование произведений искусства в интерьере способно значительно улучшать настроение и создавать позитивную, персонализированную атмосферу. Привязка объекта к локальному контексту наделяет пространство смыслами, делая его узнаваемым, запоминающимся, эмоционально близким для человека.

Важно понимать, какие именно архитектурно-планировочные индикаторы соответствуют заявленным ключевым руководящим положениям и какой конкретно психологический эффект они генерируют (см. таблицу 2).

Таблица 2

Матрица взаимосвязи принципов и психоэмоциональных эффектов в архитектуре (составлено автором)

Базовый принцип	Архитектурно-пространственный индикатор	Прогнозируемый психологический эффект
Мобильность	Трансформируемые перегородки, модульная мебель	Снижение чувства принуждения. Укрепление субъектности, контроля
Доступность	Инклюзивные маршруты без порогов, ясная визуальная иерархия	Уменьшение когнитивной нагрузки, предотвращение фрустрации
Безопасность	Ликвидация глухих коридоров, прозрачные входные группы	Нивелирование триггеров ПТСР, снижение базового уровня тревоги
Комфорт	Звукопоглощающие панели, тактильно приятные фактуры (дерево, текстиль)	Стабилизация нервной системы, релаксация, чувство защищенности
Экологичность	Зимние сады, естественная вентиляция, доступ к инсоляции	Восстановление концентрации внимания, снижение выработки кортизола
Идентичность	Интеграция арт-объектов, региональных культурных орнаментов	Формирование ощущения сопричастности, преодоление эффекта отчуждения

Наглядной иллюстрацией успешного применения вышеописанных концепций служит мировой и отечественный опыт проектирования центров эмоциональной терапии. Примечательно, что современные архитекторы отказываются от стилистики больничных учреждений в пользу эстетики гостеприимства, уюта.

Показательным кейсом предстает реабилитационный центр для женщин с посттравматическим стрессовым расстройством «The Serenity». Архитектурная концепция здесь строго синхронизирована со стадиями психологического выздоровления. Люди, которые страдают ПТСР, часто чувствуют себя эмоционально или физически запертыми в ловушке из-за пережитой травмы. Чтобы деконструировать это состояние, здание предлагает «терапию через движение»: по мере перехода от нижних уровней сооружения к верхним пациенты испытывают разную степень пространственного раскрытия. Сначала среда мягко «обнимает» и защищает, а затем постепенно открывает человека внешнему миру, что коррелирует с этапами проработки травматического опыта [11].

В отечественной практике принципы исцеляющей среды деятельно внедряются на базе Международного медицинского кластера (ММК) в Сколково. Дизайн клиник выполнен в спокойных тонах для минимизации раздражительности. А обилие естественного света, экологичные материалы формируют позитивный настрой на выздоровление. Особого внимания заслуживают спроектированные там «Исцеляющие сады», концепция которых строится на разнообразии ландшафтных зон, способных удовлетворить терапевтические потребности посетителей с различными симптомами и уровнями мобильности [2]. Это доказывает, что грамотно выстроенный экстерьер не менее важен, чем внутреннее наполнение здания.

Заключение

На основании проведенного анализа с целью преодоления разрыва между формальными строительными нормативами и реальным психоэмоциональным благополучием пользователей представляется уместным сформулировать ряд конкретных проектных рекомендаций.

Так, предлагается внедрить процедуру превентивного психологического аудита архитектурных решений. В сопоставлении с более ранними подходами, где оцениваются уже возведенные объекты, новизна данного метода состоит в моделировании реакций человека на этапе эскизного конструирования. Использование VR-технологий, айтрекинга поможет заблаговременно обнаруживать неочевидные пространственные триггеры тревожности.

Помимо этого, необходимо закрепить концепцию «градиента приватности», с опорой на которую предполагается зонирование общественных центров на гиперактивные, буферные, капсульные участки. Подобный шаг эффективно решает проблему сенсорной перегрузки, предоставляя реципиенту надежные инструменты для самостоятельного контроля уровня социального взаимодействия.

В дополнение к обозначенному выше, рекомендуется шире применять стратегию локальной социокультурной интеграции: включение открытых просветительских или рекреационных блоков содействует дестигматизации учреждений ментального здоровья и превращает их в инклюзивные общественные хабы.

Подводя итоги исследования, резюмируем, что формирование дизайна психологически оздоравливающей среды современных зданий – это не стандартная эстетическая модернизация, а объективно необходимая эволюция архитектурного мышления. По существу, интегрированное использование принципов мобильности, доступности, безопасности, комфорта, экологичности, идентичности порождает выраженный синергетический эффект, который фундаментально улучшает пользовательский опыт.

Будущие изыскания в данной области целесообразно развивать на пересечении нейробиологии, когнитивной психологии, параметрического моделирования. Это позволит возводить интеллектуальные, адаптивные среды, всецело ориентированные на гармонизацию человеческого бытия.

Литература

1. Абекеева А.А., Ктайбекова Г. Архитектура эмоций: влияние городской среды на психологическое состояние человека // Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 5. – С. 285-289.
2. Исцеляющая архитектура // URL: https://1build.ru/info/isczelyayushhaya-arhitektura/ (дата обращения: 18.04.2026).
3. Калинина Г.Н., Туркина В.Г., Анисимов Н.О. Аксиология городского дизайн-пространства // Наука. Искусство. Культура. – 2023. – № 3 (39). – С. 203-210.
4. Калмыкова Д.В., Бондарева Н.И. Влияние освещения и световой среды в архитектурных проектах Алвара Аалто // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. Материалы X Международного научного форума. – Астрахань: 2021. – С. 242-246.
5. Капцевич О.А. Психологические эффекты визуального восприятия городской среды: систематический обзор // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2021. – Т. 18. – №. 3. – С. 575-597.
6. Колесникова Т.Н., Багданова К.И., Ильвицкая С.В., Этенко В.П. Архитектурная среда реабилитационных центров для детей и подростков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2019. – № 4. – С. 110-121.
7. Пестрякова Э.Р., Хохлова В.В. Направления развития архитектурной организации центров психологической реабилитации // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2024. – № 2 (166). – С. 162-166.
8. Резник Е.А., Тарасова Ю.И. Социо-архитектура в проекте лечебно-реабилитационного клинического центра в Алтайском крае // Творчество и современность. – 2024. – № 1 (23). – С. 4-11.
9. Соколова А.А. Приемы проектирования инклюзивных зданий на примере разных объектов и методы их применения в архитектуре театров // Урбанистика. – 2024. – № 2. – С. 41-62.
10. Цитман Т.О., Марченко В.А. Факторы формирования архитектурно-пространственной среды реабилитационных центров для детей и подростков с ОВЗ // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. Материалы XIII Международного научного форума. – Астрахань: 2024. – С. 200-205.
11. Mo'adi S., Meier R. The Serenity: A mental health care and rehabilitation center for women with PTSD // URL: https://worldarchitecture.org/architecture-projects/hvfcz/the-serenity-a-mental-health-care-and-rehabilitation-center-for-women-with-ptsd--project-pages.html (дата обращения: 18.04.2026).

Key principles for designing psychologically health-promoting environments in contemporary public buildings

Cherkasskikh I.S., Tsyganova Yu.D.
National Research Moscow State University of Civil Engineering" (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

Against the backdrop of rapid urban development and increasing cognitive burdens on society, the issue of creating adaptive public spaces acquires particular scientific relevance. The importance of this topic is driven by the objective need to move from purely technocratic design toward the creation of environments that actively promote the mental well-being of users. At the same time, a clear contradiction can be observed in contemporary practice: strict adherence to utilitarian construction standards often conflicts with the actual emotional needs of individuals, resulting in visually aggressive or indifferent built environments. In this regard, the purpose of this article is to systematize the key principles for designing psychologically health-promoting modern buildings. In contrast to the traditional institutional approach, which frequently overlooks subjective human experience, the author considers the physical "envelope" of a building as an independent therapeutic tool. Based on the analysis conducted, it is concluded that the organic integration of parameters such as mobility, accessibility, sensory safety, biophilia, and local identity significantly enhances the user experience, which is particularly important for rehabilitation centers. The author's contribution lies in the development of a matrix linking architectural indicators with psycho-emotional responses, as well as in substantiating innovative concepts such as the "gradient of privacy" and the preventive psychological audit of design proposals. The materials presented will be of practical value to practicing architects, urban planners, environmental psychologists, and decision-makers responsible for the development of social infrastructure.

Keywords: architectural psychology; biophilic design; evidence-based design; inclusive environment; healing architecture; public buildings; preventive psychological audit; emotional therapy centers.

References

1. Abekeeva, A.A., Ktaibekova, G. Architecture of Emotions: The Influence of the Urban Environment on the Psychological State of a Person // Research Focus. – 2025. – Vol. 4. – No. 5. – P. 285–289.
2. Healing Architecture // URL: https://1build.ru/info/isczelyayushhaya-arhitektura/ (accessed: 18.04.2026).
3. Kalinina, G.N., Turkina, V.G., Anisimov, N.O. Axiology of Urban Design Space // Science. Art. Culture. – 2023. – No. 3 (39). – P. 203–210.
4. Kalmykova, D.V., Bondareva, N.I. The Influence of Lighting and the Light Environment in the Architectural Projects of Alvar Aalto // In: The Potential of Intellectually Gifted Youth for the Development of Science and Education. Proceedings of the 10th International Scientific Forum. – Astrakhan, 2021. – P. 242–246.
5. Kaptsevich, O.A. Psychological Effects of Visual Perception of the Urban Environment: A Systematic Review // Psychology. Journal of the Higher School of Economics. – 2021. – Vol. 18. – No. 3. – P. 575–597.
6. Kolesnikova, T.N., Bagdanova, K.I., Ilvitskaya, S.V., Etenko, V.P. Architectural Environment of Rehabilitation Centers for Children and Adolescents // Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2019. – No. 4. – P. 110–121.
7. Pestryakova, E.R., Khokhlova, V.V. Directions for the Development of Architectural Organization of Psychological Rehabilitation Centers // Bulletin of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. – 2024. – No. 2 (166). – P. 162–166.
8. Reznik, E.A., Tarasova, Y.I. Socio-Architecture in the Design of a Medical Rehabilitation Clinical Center in the Altai Territory // Creativity and Modernity. – 2024. – No. 1 (23). – P. 4–11.
9. Sokolova, A.A. Design Techniques for Inclusive Buildings Based on Various Case Studies and Methods of Their Application in Theatre Architecture // Urban Studies. – 2024. – No. 2. – P. 41–62.
10. Tsitman, T.O., Marchenko, V.A. Factors in the Formation of the Architectural and Spatial Environment of Rehabilitation Centers for Children and Adolescents with Disabilities // In: The Potential of Intellectually Gifted Youth for the Development of Science and Education. Proceedings of the 13th International Scientific Forum. – Astrakhan, 2024. – P. 200–205.
11. Mo'adi, S., Meier, R. The Serenity: A Mental Health Care and Rehabilitation Center for Women with PTSD // URL: https://worldarchitecture.org/architecture-projects/hvfcz/the-serenity-a-mental-health-care-and-rehabilitation-center-for-women-with-ptsd--project-pages.html (accessed: 18.04.2026).

Информационная модель объекта капитального строительства: мониторинг, актуализация и верификация (на примере ЖК «Автор»)

Шабалов Николай Николаевич
студент группы УСТм-24-1, Институт архитектуры, строительства и дизайна, Иркутский национальный исследовательский технический университет, shabalov.nik@mail.ru

Цифровизация инвестиционно-строительного цикла перестала быть вспомогательной задачей проектных офисов и стала частью обязательной нормативной и управленческой среды. Для объектов капитального строительства информационная модель уже рассматривается не только как трехмерная проектная сборка, но и как механизм управления сведениями, версиями, исполнительной документацией, геотехническим наблюдением, качеством строительно-монтажных работ и последующей эксплуатацией. На международном уровне развитие ISO 19650, IFC-ориентированного обмена, CDE-платформ и цифровых двойников усилило требования к непрерывной актуальности и проверяемости модели.

Ключевые слова: информационная модель объекта капитального строительства, технологии информационного моделирования, ТИМ, мониторинг, актуализация, верификация, среда общих данных, исполнительная документация, геотехнический мониторинг, жилой комплекс.

Введение

Информационная модель объекта капитального строительства из координационного цифрового макета превратилась в систему управления данными на протяжении жизненного цикла объекта. В современной практике от нее ожидают поддержки междисциплинарной координации, календарно-сеточного планирования, управления изменениями, контроля качества, исполнительных съемок и последующей передачи сведений на этап эксплуатации. Ключевой исследовательский вопрос сегодня состоит уже не в том, можно ли создать BIM-модель, а в том, способна ли она оставаться достоверной по мере изменения реального строительного процесса [7, 28-30, 34-35].

Для этой задачи определяющими являются три взаимосвязанных процесса. Мониторинг фиксирует фактическое состояние проекта, включая ход выполнения работ, геодезические наблюдения, результаты обследований, замечания, фотоматериалы, данные по окружающей застройке и акты на скрытые работы. Актуализация означает контролируемое внесение подтвержденных изменений в геометрию, атрибуты, статусы, классификаторы, связи с графиком и версионные метаданные. Верификация проверяет, осталась ли модель координированной, полной, прослеживаемой и пригодной для управленческих решений.

Практическая значимость этой триады особенно отчетливо проявляется в жилых проектах, где одновременно присутствуют плотная очередность работ, свайные и земляные процессы, временная организация стройплощадки, геодезический контроль, скрытые работы и наблюдение за соседней застройкой. В подобных проектах модель не может оставаться продуктом только проектного офиса. Она должна выполнять функцию постоянно пополняемой и проверяемой проектной памяти.

Эмпирической основой исследования служит внутренняя документация компании, которая представляет собой проект организации строительства по жилой застройке «ЖК Автор-2» в г. Иркутске. По этой причине кейсовая часть статьи использует его как внутренний проектный массив данных, предоставленный для выполнения задания по теме ЖК «Автор-2», а не как публично верифицированный набор документов [8].

Цель статьи состоит в том, чтобы показать, как должны быть организованы мониторинг, актуализация и верификация в составе информационной модели объекта капитального строительства, сопоставить зарубежные и российские программные контуры и предложить практическую архитектуру модели для жилого девелоперского проекта.

Методологическая основа исследования включает нормативно-правовой анализ российского регулирования ТИМ, сравнительный анализ зарубежных и российских программных контуров, кейс-анализ внутренней документации по объекту жилой застройки на ул. Берёзовая Роща в г. Иркутске, а также сопоставление внутренних проектных данных с открытыми сведениями о жилом комплексе из официального сайта застройщика и публичных карточек объектов жилищного строительства. Такое сочетание методов позволяет рассматривать информационную модель одновременно как нормативно заданный, программно реализуемый и практически эксплуатируемый контур управления данными [1-7, 9, 13-15, 24-35].

Научная новизна статьи состоит в уточнении роли мониторинга, актуализации и верификации как единой управленческой цепочки, в разработке матрицы верификации для жилого девелоперского проекта и в обосновании требования к единому цифровому паспорту объекта, который синхронизирует маркетинговое наименование, внутренний шифр проекта, адрес, корпусность, разрешительную документацию, календарные статусы и исполнительные доказательства в пределах одной среды общих данных.

1. Нормативно-методическая основа мониторинга, актуализации и верификации

Российское регулирование постепенно закрепило представление об информационной модели как об объекте формализованной ответственности. Градостроительный кодекс РФ, правительственные правила формирования и ведения информационной модели, а также случаи обязательного применения ТИМ для отдельных категорий проектов создают рамку, в которой модель рассматривается уже не как факультативный цифровой сервис, а как управляемый набор сведений [1-3]. Специализи-

рованные своды правил по описанию компонентов, обмену между моделями и формированию модели на стадиях жизненного цикла задают методическую основу для ее непрерывного сопровождения [5-7].

С практической точки зрения это означает, что модель должна не только выдавать проектную документацию, но и принимать подтвержденные данные из строительной реальности. Мониторинг в таком контуре выполняет функцию приема фактических сведений, актуализация отвечает за контролируемое изменение цифрового состояния объекта, а верификация устанавливает доверие к обновленной модели. Каждый из этих процессов имеет собственные объекты наблюдения, процедуры и программную зависимость.

В международной практике та же логика реализуется через информационный менеджмент по ISO 19650, IFC-обмен, коммуникацию замечаний через BCF и растущую интеграцию с цифровыми двойниками. Здесь принципиально важно, что интероперабельность и контроль качества выступают не дополнительными опциями, а механизмами синхронизации цифрового представления с меняющимся физическим объектом [28-30, 33-35].

В таблице 1 представлена систематизация нормативных и методических документов, определяющих место информационной модели в капитальном строительстве.

Таблица 1
Нормативно-методические роли информационной модели в капитальном строительстве

1. Документ	Ключевая регуляторная роль	Стадия жизненного цикла	Значение для исследования
Градостроительный кодекс РФ и постановления Правительства [1-3]	Закрепляют обязанность по формированию и ведению информационной модели	Проектирование, строительство, эксплуатация	Формируют обязательную управленческую рамку
СП 333.1325800.2020 [7]	Определяет правила формирования модели на стадиях жизненного цикла	Все стадии	Задает логику состава модели по стадиям
СП 331.1325800.2017 [6]	Устанавливает правила обмена между моделями и программными комплексами	Интероперабельность	Поддерживает надежную актуализацию между системами
СП 328.1325800.2020 [5]	Описывает правила описания компонентов модели	Структура данных	Обеспечивает единообразие атрибутов и классификации

Источник: составлено автором по [1-8].

Представленные документы показывают, что информационная модель должна оставаться управляемой и проверяемой на протяжении всего жизненного цикла. Это создает переход от логики «подготовил модель - выдал документацию» к логике непрерывного сопровождения цифровой среды строительства.

2. Зарубежная программная среда: зрелые экосистемы вместо отдельных инструментов

За рубежом наиболее устойчивая практика строится вокруг программных экосистем, где функции авторинга, среды общих данных, координации, проверки и последующей аналитики распределены между несколькими специализированными продуктами. Autodesk Construction Cloud выступает как связанная среда для документов и моделей, Navisworks остается одним из наиболее распространенных инструментов координации и поиска коллизий, а Solibri обеспечивает углубленную проверку модели по правилам, свойствам и сценариям качества [24-25, 32].

Платформа Bentley iTwin решает другую часть жизненного цикла. Ее назначение состоит не только в координации проектных данных, но и в создании и анализе цифровых двойников, которые связывают физический объект и виртуальное представление через открытые интерфейсы и повторно используемые структуры данных [26-27]. Trimble Connect является показательным примером CDE-подхода, где совместная работа, визуализация и контролируемый доступ к проектной информации объединяются в единой среде [33].

Объединяющим признаком зарубежных контуров выступает их опора на структурированное управление информацией и открытые стандарты. UK BIM Framework развивает ISO 19650 как отраслевой подход к информационному менеджменту, а buildingSMART закрепляет IFC и BCF как основу межплатформенного обмена и управления замечаниями [28-30, 34]. По этой причине зарубежную практику корректнее описывать не через «одну самую популярную программу», а через устойчивый стек взаимосвязанных решений.

В таблице 2 сведены сопоставимые характеристики ключевых зарубежных программных сред, используемых для мониторинга, актуализации и верификации модели.

Таблица 2
Сопоставление основных зарубежных программных сред

Программная среда	Основная роль	Сильная сторона для актуализации	Сильная сторона для верификации	Типичное место в процессе
Autodesk Construction Cloud	CDE и координация документов/моделей	Версионное пространство общей модели и журнал замечаний	Координационный обзор перед выходом на стройку	Общая проектная среда [24]
Navisworks Manage	Координация и поиск коллизий	Сводит междисциплинарные модели для просмотра ревизий	Проверяет коллизии и пересечения между разделами	Предстроительная и строительная координация [25]
Bentley iTwin	Платформа цифрового двойника	Поддерживает связность модели с эксплуатационными данными	Позволяет выполнять жизненно-цикловую валидацию и аналитику	Интеграция проектирование-строительство-эксплуатация [26-27]

Источник: составлено автором по [24-30, 32-35].

Сопоставление показывает, что в зарубежных контурах проверка модели давно вышла за пределы простой коллизионной координации. Для надежного сопровождения объекта используются и среды коллективной работы, и rule-based checking, и платформы цифровых двойников.

3. Российская программная среда: переход от гибридной практики к отечественным стекам

Российский рынок программных решений формируется под воздействием двух одновременных факторов. Первый связан с потребностью в непрерывности проектно-строительных процессов: командам необходимы среды обмена моделями, согласования замечаний, хранения версий и контроля выполнения. Второй связан с технологическим суверенитетом: усиливается ориентация на отечественные платформы, национальные стандарты и локальную сервисную инфраструктуру [2-3, 15, 20].

Renga позиционируется как российская BIM-система для комплексного проектирования и сопровождения модели на протяжении жизненного цикла, включая выпуск документации и IFC-взаимодействие [18]. Экосистема nanoCAD охватывает как CAD/TIM-контур в целом, так и специализированные BIM-процессы; nanoCAD BIM Строительство акцентирует внимание на автоматическом обновлении геометрии, корректных сопряжениях и пересчете показателей после изменений [16, 23].

Pilot-BIM в российской практике решает задачи среды общих данных и коллективного просмотра сводной модели. CADLib Модель и Архив дополняет этот контур объединением моделей, документации, графиков, отчетов и переписки в едином информационном пространстве [17, 22]. Это важно, поскольку российский стек перестал ограничиваться только геометрическим моделированием и постепенно охватывает хранение, совместную работу, проверку и прослеживаемость.

В таблице 3 приведены основные характеристики отечественных программных сред, которые сегодня наиболее показательны для строительного ТИМ-контура.

Таблица 3
Сопоставление основных российских программных сред

Программная среда	Основная роль	Потенциал актуализации	Потенциал верификации	Практическая ценность
Renga	Интегрированный BIM-авторинг	Обновление модели и чертежей из единого ядра	Координация и экспорт данных через IFC	Подходит как отечественное ядро авторинга [18]
nanoCAD BIM Строительство	Отечественная BIM/CAD-среда проектирования	Автоматическое обновление геометрии и расчетных показателей	Поддерживает поэтапное уточнение модели до проверки замечаний	Эффективно при высокой частоте изменений [16, 23]

Источник: составлено автором по [15-20, 22-23].

4. Кейс-анализ по предоставленной внутренней документации компании и открытым сведениям о ЖК «Автор-1»/«Автор-2»

Предоставленная внутренняя документация компании дает более ценный материал, чем типовое рекламное описание жилого комплекса, поскольку фиксирует именно производственную логику объекта: состав работ, календарную последовательность, контрольные мероприятия, геодезическое сопровождение, скрытые работы, временную инфраструктуру, требования к мониторингу соседней застройки и структуру

исполнительной документации [8]. Для целей исследования это особенно важно, потому что информационная модель должна опираться не на маркетинговый образ объекта, а на проверяемый массив строительных данных.

Одновременно экспертный анализ требует сопоставления внутреннего массива с публично доступными сведениями о самом жилом комплексе. В открытом контуре проект фигурирует прежде всего как ЖК «Автор» на ул. Берёзовая Роща, тогда как во внутренней документации и учебной постановке используется обозначение «ЖК Автор-1» и «ЖК Автор-2». Для ТИМ-среды это не формальная разница в названии, а риск дублирования карточек объекта, ошибочной привязки документов и разрыва версионной истории. По этой причине в среде общих данных объект должен сопровождаться не только маркетинговым именем, но и устойчивым цифровым идентификатором, связанным с адресом, очередью, корпусом и разрешительной документацией [8-9, 11-14, 21].

По официальному сайту застройщика ЖК «Автор» позиционируется как проект в Иркутске на ул. Берёзовая Роща с двумя домами переменной этажности до 19 этажей, 398 квартирами площадью от 30 до 84 м² и соседским центром площадью 145 м² [9]. Публичные карточки объектов жилищного строительства, размещаемые в ЕИСЖС и смежных открытых сервисах, показывают, что в цифровом внешнем контуре проект представлен как набор отдельных объектных единиц с самостоятельными параметрами, сроками ввода и идентификаторами. Для исследуемой темы этот момент принципиален: информационная модель жилого комплекса должна уметь связывать уровень всего проекта, уровень корпуса и уровень конкретного домового объекта без потери прослеживаемости [9, 11-14, 21].

Этот внешний контур данных принципиален и для верификации. Если в открытых источниках уточняются сроки ввода, состав корпусов, сведения о застройщике, проектная декларация или набор технико-экономических параметров, эти изменения должны отражаться в управляемом слое метаданных модели, а не оставаться в виде разрозненных комментариев, файлов и локальных пометок. Для жилого проекта это означает, что паспорт объекта в CDE должен включать как минимум наименование проекта, адрес, состав корпусов, статус разрешительной документации, укрупнённые технико-экономические показатели, схему очередей, объектные идентификаторы и действующую версию проектной декларации [8-9, 11-14, 21].

Календарный план показывает, что модель должна сопровождать не только объектовые элементы, но и смену производственных фаз, переход пакетов работ и фактическое исполнение по кварталам. В этом и состоит управленческий смысл актуализации модели на строительной стадии.

Не менее значим блок мониторинга. Во внутренней документации прямо указана необходимость геотехнического наблюдения: контроля осадок и кренов фундаментов, вертикальных перемещений грунтовых марок, дополнительных осадок соседних сооружений и ширины раскрытия трещин. Также зафиксировано, что мониторинг должен вестись с начала строительства и продолжаться не менее одного года после завершения работ [8]. Такой массив сведений нельзя считать внешним по отношению к модели: он должен быть структурно связан с ней.

Таблица 4
Пакеты данных, которые проект должен поддерживать в составе информационной модели

Пакет данных	Вход мониторинга	Операция актуализации	Цель верификации
Календарный план и пакеты работ	Фактическая готовность, отчеты о выполнении	Изменение статуса и корректировка последовательности	Согласованность между фактической и плановой очередностью
Фундаментный и геодезический слой	Исполнительные съемки, свайные журналы, осадочные марки	Обновление координат, отметок и as-built состояния	Геометрическая корректность и прослеживаемость съемки

Источник: составлено автором по внутренней документации компании [8].

5. Предлагаемая архитектура информационной модели для жилого проекта

На основании нормативного обзора и кейсового материала целесообразно выделить пять взаимосвязанных слоев информационной модели. Первый слой - опорная модель, включающая утвержденную геометрию, классификаторы, системную декомпозицию и базовую стадию. Второй слой - доказательная среда, где накапливаются мониторинговые наблюдения, исполнительные съемки, акты на скрытые работы, приемочные записи, фотографии и журналы замечаний. Третий слой - слой управления изменениями, в котором фиксируются запросы на изменение, статусы согласования и новые версии модели. Четвертый слой - верификационный, обеспечивающий проверку геометрии, атрибутов, документной прослеживаемости и безопасности. Пятый слой - эксплуатационно-передаточный, где формируется отфильтрованная as-built модель для дальнейшего использования.

В такой структуре актуализация не должна выполняться напрямую в локальных и неконтролируемых копиях. Подтвержденные данные сначала входят в слой доказательств, затем инициируют формализованный запрос на изменение, после чего новая версия модели проходит проверку и только после этого становится новой опорной версией. Подобная логика управления предотвращает наиболее типичную ошибку строительной цифровизации - размножение несогласованных и непроверяемых версий.

Верификация при этом должна выходить далеко за пределы поиска коллизий. Для жилого проекта рассматриваемого типа минимально необходимы геометрическая координация, полнота атрибутов, документная прослеживаемость, согласованность со статусом графика и видимость показателей геотехнической безопасности. Эти проверки позволяют понять не только то, корректно ли состыкованы разделы, но и то, пригодна ли модель для реального производственного контроля.

На рисунке 1 показан жизненный цикл сопровождения информационной модели, в котором мониторинг, актуализация и верификация образуют замкнутый контур непрерывного обновления общей модели.

Рис. 1. Жизненный цикл сопровождения информационной модели
Источник: составлено автором по [7, 25, 28-32, 34-35].

Схема фиксирует главный принцип сопровождения модели: принятые изменения возвращаются в общую среду и становятся новой опорной версией только после прохождения проверки. Это обеспечивает управляемость и доверие к данным на стадии строительства.

В таблице 5 предложена матрица верификации для жилого девелоперского проекта, показывающая, какие объекты проверки, какие доказательства и какие решения должны сопровождать модель в рабочем контуре.

Таблица 5
Предлагаемая матрица верификации для информационной модели жилого проекта

Объект верификации	Типичное доказательство	Периодичность	Предпочтительный программный слой	Результат решения
Геометрия и координация	Актуализированные модели разделов	После каждой согласованной ревизии	Navisworks / Solibri / отечественные review-инструменты	Принять, вернуть на корректировку или изолировать коллизию
Полнота атрибутов	IFC-экспорт, ведомости, свойства объектов	Перед передачей пакета работ	Среда rule-based checking	Полно / неполно
Документная прослеживаемость	Акты, журналы, исполнительные съемки, фото	На контрольных вехах	CDE / архивный слой	Прослеживается / не прослеживается

Источник: составлено автором по [4, 7-8, 25, 28-29, 31-32, 35].

Предлагаемая матрица увязывает частоту проверок, тип доказательств и программный слой, в котором принимается решение. Благодаря этому информационная модель получает не только геометрическую, но и доказательную управленческую устойчивость.

6. Сравнительный выбор программного контура для жилого проекта: зарубежные и российские решения

Практический вопрос для девелопера заключается не в том, какая программа «самая популярная», а в том, какой стек способен поддерживать непрерывный контур управления моделью именно на строительной стадии. Для жилого комплекса типа ЖК «Автор»/«Автор-2» требуется не единичный BIM-редактор, а связка из пяти функциональных узлов: авторинг модели, среда общих данных, координация и просмотр сводной

модели, регламентная проверка, а также слой хранения доказательств и исполнительной документации. Без такой связки мониторинг, актуализация и верификация распадаются на несогласованные локальные процессы [8, 18, 22-30, 32-35].

Для рассматриваемого кейса экспертно обоснованным выглядит не идеологический, а процессный выбор. Если приоритетом являются максимальная глубина проверки, развитый clash- и rule-based контроль и интеграция с цифровым двойником, преимущество сохраняют зарубежные контуры. Если же приоритетом являются нормативная устойчивость, технологический суверенитет, доступность эксплуатации и контролируемое развитие ТИМ внутри российской среды, рациональнее строить ядро на отечественном стеке с обязательным IFC-контуром и жестким регламентом верификации. Для жилого комплекса типа ЖК «Автор-1»/«Автор-2» оптимальной представляется гибридная модель переходного периода: отечественное ядро авторинга и CDE, усиленное формализованными процедурами проверки, которые по методологии приближены к лучшим зарубежным практикам.

В таблице 6 представлено экспертное сравнение программных контуров по критериям, которые действительно значимы для сопровождения жилого комплекса на стадии строительства.

Таблица 6
Экспертное сравнение зарубежного и российского программных контуров для кейса жилого комплекса

Критерий	Зарубежный контур (ACC, Navisworks, Solibri, Trimble, Bentley)	Российский контур (Renga, nanoCAD BIM, Pilot-BIM, CADLib)	Вывод для ЖК «Автор-1»/«Автор-2»
Авторинг и выпуск модели	Высокая зрелость междисциплинарной координации и развитые связки с downstream-процессами	Достаточный уровень для жилого проектирования и локальной адаптации, особенно при дисциплинированной IFC-структуре	Оба контура применимы, но российский стек требует более жесткого регламента обмена

Источник: составлено автором по [8-9, 15-18, 20, 22-30, 32-35].

Сравнение показывает, что для рассматриваемого объекта задача выбора ПО сводится не к спору «зарубежное против отечественного», а к проектированию надежного контура ответственности. Чем выше доля формализованной проверки, связности документов и единых идентификаторов объекта, тем ближе информационная модель к реальному инструменту управления строительством.

Заключение

Проведённое исследование показывает, что информационная модель объекта капитального строительства должна рассматриваться как управляемая доказательная среда, а не как статичный геометрический макет. Мониторинг, актуализация и верификация образуют единую управленческую цепочку, в которой каждое изменение должно иметь источник, процедуру согласования, цифровой след и проверяемый результат.

Сопоставление зарубежных и российских программных контуров показало, что зрелость ТИМ определяется не отдельной программой, а архитектурой всего информационного процесса. Зарубежные решения сохраняют преимущество по глубине rule-based checking, координации и интеграции с цифровыми двойниками, тогда как российские стеки усиливают позиции по нормативной адаптации, эксплуатационной устойчивости и контролю над локальной ИТ-инфраструктурой. Для девелопера значим не символический выбор платформы, а способность выбранного контура обеспечить непрерывную прослеживаемость данных от стройплощадки до as-built модели.

Кейс ЖК «Автор-1»/«Автор-2» показателен тем, что внутренний массив строительной документации и публичные сведения об объекте выявляют не только состав проектных и строительных данных, но и проблему цифровой идентичности объекта. Для качественной модели недостаточно хранить геометрию и график. Необходим единый цифровой паспорт, который связывает адрес, корпусность, технико-экономические показатели, разрешительную документацию, акты, геотехнические наблюдения, исполнительные съёмки и версии модели в одном управляемом контуре [8-9, 11-14, 21].

Для проектов рассматриваемого типа наиболее устойчивой практикой является следующая последовательность: формирование опорной модели, подключение слоя доказательств, актуализация только через управляемые ревизии, регулярная верификация геометрии, атрибутов, документов и показателей безопасности, а затем выпуск проверенной as-built модели для эксплуатации. Именно такая схема превращает ТИМ из проектного артефакта в рабочий механизм управления капитальным строительством.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 26.12.2025) [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/
2. Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов: Постановление Правительства Российской Федерации от 17.05.2024 № 614 [Электронный ресурс]. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405170050
3. Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 331 [Электронный ресурс]. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202103100026
4. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/456054206 (дата обращения: 05.04.2026).
5. СП 328.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/573514518
6. СП 331.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/556793894
7. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/573514520 (дата обращения: 05.04.2026).
8. Внутренняя документация компании. Проект организации строительства по объекту многоквартирной жилой застройки на ул. Берёзовая Роща, г. Иркутск: загруженный PDF-файл, предоставленный для анализа в рамках задания, 2025.
9. Альфа Девелопмент. ЖК «Автор» - официальный сайт проекта [Электронный ресурс]. URL: https://alfa-development.ru/projects/avtor (дата обращения: 05.04.2026).
10. ДОМ.РФ. Технологии информационного моделирования применяют уже свыше 40 застройщиков [Электронный ресурс]. URL: https://наш.дом.рф/media/новости/2025/06/дом.рф-технологии-информационного-моделирования-применяют-уже-свыше-40-застройщиков (дата обращения: 05.04.2026).

Information model of a capital construction project: monitoring, actualization, and verification (on the example of the "Author" residential complex)

Shabalov N.N.
Irkutsk National Research Technical University

Relevance of the topic: The digitalization of the investment and construction cycle has ceased to be an auxiliary task for project offices and has become part of the mandatory regulatory and management environment. For capital construction projects, the information model is no longer considered just a three-dimensional design assembly, but also a mechanism for managing information, versions, executive documentation, geotechnical monitoring, construction quality, and subsequent operation. At the international level, the development of ISO 19650, IFC-oriented exchange, CDE platforms, and digital twins has increased the requirements for continuous relevance and verifiability of the model.

Keywords: information model of a capital construction facility, information modeling technologies, BIM, monitoring, updating, verification, shared data environment, executive documentation, geotechnical monitoring, residential complex.

References

1. The Town Planning Code of the Russian Federation: Federal Law No. 190-FZ dated December 29, 2004 (as amended on December 26, 2025) [Electronic resource]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (accessed on 05.04.2026).
2. On Approval of the Rules for Forming and Maintaining the Information Model of a Capital Construction Object, the Composition of Information, Documents, and Materials Included in the Information Model of a Capital Construction Object and Presented in the Form of Electronic Documents, and the Requirements for the Formats of These Electronic Documents: Government Decree of the Russian Federation No. 614 dated 17.05.2024 [Electronic resource]. URL: https://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405170050
3. On establishing a case in which the developer, the technical customer, the person who provides or carries out the preparation of the investment justification, and (or) the person responsible for the operation of the capital construction facility ensure the formation and maintenance of the information model of the capital construction facility: Decree of the Government of the Russian Federation No. 331 dated March 5, 2021 [Electronic resource].

Современные подходы к интеграции традиционного патио в малоэтажную жилую архитектуру города Лагуат

Бенаммар Фатима
Аспирант кафедры «Архитектура», Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), zina.manina98@gmail.com

В статье рассматривается потенциал интеграции традиционного вида жилища с внутренним двором патио, в современную жилую застройку сахарских городов, в частности, города Лагуат. На основе аналитического и сравнительного подхода анализируется роль патио как биоклиматического и социокультурного элемента, способствующего тепловому комфорту, энергетической эффективности и организации жилого пространства. Исследование показывает, что, несмотря на его постепенное вытеснение в современной архитектурной практике, патио сохраняет значительный адаптационный потенциал. Его переосмысление на основе принципов биоклиматической архитектуры и использования инструментов теплового моделирования позволяет повысить энергоэффективность зданий и сохранить локальную архитектурную идентичность. Интеграция патио в современную жилую архитектуру города Лагуат позволит объединить энергетическую эффективность и тепловой комфорт с архитектурной идентичностью на основе вернакулярной архитектуры.
Ключевые слова: патио, сахарская архитектура, биоклиматическая архитектура, тепловой комфорт, энергоэффективность, Лагуат, жилое строительство, архитектурная идентичность, вернакулярная архитектура.

Введение

В пустыне Сахара, на территории Алжира, в том числе, и в регионе города Лагуат, традиционная жилая архитектура постепенно формировалась как прямой ответ на экстремальные климатические условия. Эти условия характеризуются значительными суточными перепадами температур, постоянной аридностью (засушливостью), а также ограниченностью природных ресурсов, в частности воды и промышленных строительных материалов. В таких условиях местные сообщества выработали архитектурные приёмы, основанные на принципах адаптации и устойчивости [1].

Патио, или внутренний двор, является одним из наиболее характерных элементов этой архитектуры. Это не просто открытое пространство в центре жилища, а сложная биоклиматическая система. Патио играет ключевую роль в терморегуляции здания, способствуя тепловой инерции стен, созданию затенённых зон и естественной вентиляции воздуха [2]. Кроме того, оно организует повседневную жизнь, обеспечивая постепенный переход между общественными и приватными пространствами, сохраняя семейную уединённость и усиливая социальные взаимодействия.

Однако в условиях быстрой урбанизации, модернизации строительных методов и внедрения новых материалов и технологий традиционное патио постепенно утрачивает своё центральное значение. Во многих современных проектах внутренний двор либо исключается, либо превращается в чисто декоративный элемент, лишённый климатической и социальной функции. Такая тенденция приводит к постепенному разрыву с традиционными принципами климатической адаптации, что, зачастую, негативно влияет на тепловой комфорт и энергоэффективность здания.

В этой связи центральная проблема исследования формулируется следующим образом: «Как эффективно интегрировать традиционное патио в современную жилую архитектуру, сохраняя при этом его климатические характеристики и социокультурную ценность?»

Гипотеза данного исследования заключается в том, что продуманная интеграция патио в современные архитектурные проекты, основанная на принципах биоклиматической архитектуры и использовании цифровых инструментов теплового и энергетического моделирования, позволяет значительно повысить уровень комфорта жителей и энергетическую эффективность зданий. Кроме того, такая интеграция способствует сохранению локальной архитектурной идентичности и повышению ценности культурного наследия Сахары в условиях модернизации.

Вернакулярная архитектура Сахары

Вернакулярная архитектура сахарских регионов формируется как прямой ответ на экстремальные климатические условия пустыни. Она основана на эмпирическом знании окружающей среды, накопленном и передаваемом из поколения в поколение. Для неё характерны компактность объёмов, что снижает солнечное воздействие, а также использование местных материалов, таких как глина, саман и камень, обладающих высокой тепловой инерцией.

Пространственная организация таких построек направлена на минимизацию тепловых потерь и создание благоприятного внутреннего микроклимата. Узкие улицы, внутренние дворы (патио) и полуоткрытые пространства формируют систему пассивной климатической защиты. Таким образом, данная застройка представляет собой не только культурное наследие, но и устойчивую адаптивную систему.

Биоклиматическая архитектура

Биоклиматическая архитектура — это подход к проектированию, направленный на использование природных климатических условий для обеспечения теплового комфорта при одновременном снижении энергопотребления зданий [3]. Она опирается на такие факторы, как солнечная радиация, естественная вентиляция, влажность воздуха и тепловая инерция материалов.

В условиях Сахары данный подход приобретает особую значимость, поскольку позволяет эффективно обеспечивать комфорт без чрезмерного использования механических систем охлаждения. Он также служит теоретической основой для переосмысления традиционных архитектурных решений, в частности патио, рисунок 1.

Рисунок 1. Факторы городского комфорта, обеспечиваемые традиционным видом жилой застройки с двором патио.

Патио как гибридное пространственное устройство

Патио является центральным элементом традиционного сахарского жилища, выполняющим одновременно климатические, пространственные и социальные функции. С климатической точки зрения оно способствует естественной вентиляции за счёт конвекции, формирует затенённые зоны и стабилизирует температурные колебания между дневным и ночным временем суток, рисунок 2.

С пространственной точки зрения патио организует структуру жилища, объединяя различные функциональные зоны вокруг центрального ядра и обеспечивая постепенный переход от общественных к приватным пространствам.

С социальной и культурной точки зрения патио выступает как пространство семейной жизни и взаимодействия, отражающее повседневные практики и ценности традиционного общества. Таким образом, патио представляет собой гибридный элемент, объединяющий технические и культурные аспекты архитектуры.

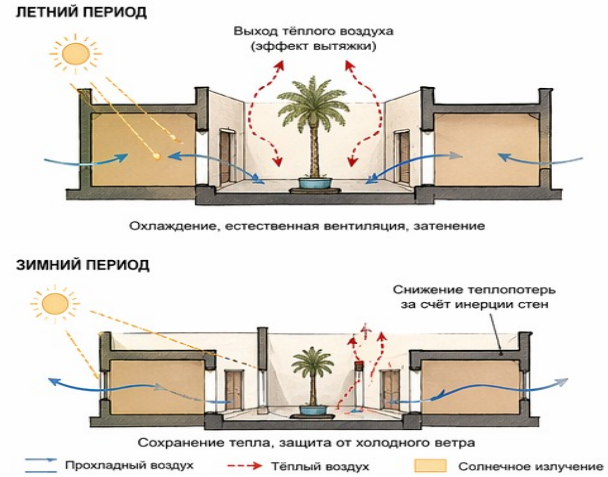


***Рисунок 2.** Принцип работы патио (климатическая схема)*

Архитектурная идентичность

Архитектурная идентичность определяется как совокупность пространственных, формальных и культурных характеристик, позволяющих распознавать архитектуру определённого региона. В сахарском контексте она тесно связана с климатическими условиями и традиционными адаптационными решениями.

Она проявляется в использовании местных материалов, компактных формах, системах естественной вентиляции и затенения, а также в пространственной организации, основанной на патио. Однако процессы современной урбанизации и стандартизации строительства приводят к постепенному размыванию этой идентичности.

Таким образом, сохранение архитектурной идентичности является не только культурной задачей, но и важным фактором устойчивого и энергоэффективного развития городской среды.

Урбанистический и климатический контекст

Город Лагуат, расположенный в сахарской зоне Алжира, характеризуется засушливым климатом с выраженными природными ограничениями. Температуры здесь подвержены значительным суточным колебаниям: летние периоды отличаются сильной жарой, тогда как ночи могут быть относительно прохладными. Осадки редки и нерегулярны.

С точки зрения городской структуры, Лагуат отличается двойственным характером. Старая, традиционная ткань города сформирована на основе принципов компактной застройки, узких улиц и домов, организованных вокруг внутренних дворов (патио). Современные градостроительные решения, напротив, основаны на более открытых и стандартизированных планировочных моделях, заимствованных из современных архитектурных практик. Такая двойственность отражает переход от традиционной климатической адаптации к технологизированным формам градостроительства, рисунок 3.

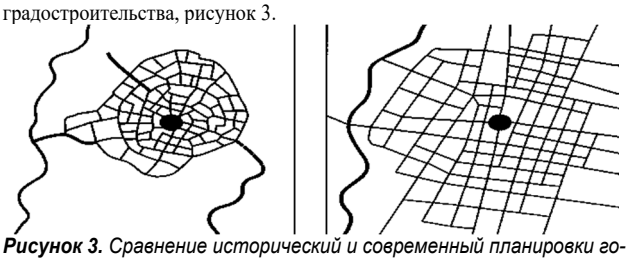


***Рисунок 3.** Сравнение исторический и современный планировки города Лагуат.*

Традиционное жилище

Традиционное жилище города Лагуат строится вокруг центрального двора-патио, который является его функциональным и климатическим ядром. Пространственная организация дома формируется вокруг этого внутреннего двора, обеспечивая чёткую иерархию между приватными, полуобщественными и переходными зонами.

С климатической точки зрения патио играет ключевую роль в терморегуляции здания. Оно способствует естественной вентиляции за счёт конвекционных потоков воздуха, создаёт постоянные затенённые зоны и стабилизирует температурные колебания благодаря тепловой инерции традиционных строительных материалов, таких как глина, саман и камень.

С социальной точки зрения патио является защищённым пространством семейной жизни. Оно обеспечивает баланс между приватностью и социальным взаимодействием и отражает традиционные культурные нормы, связанные с организацией домашнего пространства [4], рисунок 4.

Рисунок 4. Дом с патио (финаа) в Алжире , город Лагуат.

Современное жилая застройка

Современная жилая застройка города Лагуат характеризуется существенным изменением традиционной пространственной структуры. Во многих случаях патио либо уменьшается, либо полностью исчезает, уступая место более рационализированным планировочным решениям, ориентированным на увеличение жилой площади.

Эта трансформация сопровождается возрастающей зависимостью от механических систем кондиционирования воздуха, компенсирующих утрату пассивных климатических механизмов. В результате современные здания обладают более низкой биоклиматической эффективностью и повышенным энергопотреблением.

Кроме того, наблюдается разрыв с традиционными принципами пространственной организации, что ведёт к постепенной утрате локальной архитектурной идентичности и усилению стандартизации жилой застройки, рисунок 5.

Рис. 5. Современное жилище в Алжире, город Лагуат.

Анализ и обсуждение

Сравнительный анализ традиционного и современного жилого фонда города Лагуат показывает явное биоклиматическое преимущество патио как пассивного архитектурного устройства. В традиционном жилище патио обеспечивает эффективную терморегуляцию за счёт сочетания следующих параметров: естественной вентиляции посредством конвекционных потоков, формирования постоянных затенённых зон и высокой тепловой инерции местных строительных материалов. Эти факторы позволяют значительно уменьшить суточные колебания температуры внутри здания и повысить тепловой комфорт без использования механических систем охлаждения [5].

В противоположность этому, современные типологии жилья, в которых патио либо отсутствует, либо значительно сокращён, в значительной степени зависят от искусственного кондиционирования воздуха. Такая зависимость приводит к росту энергопотребления и снижению устойчивости зданий к экстремальным климатическим условиям. В результате биоклиматическая эффективность современных зданий оказывается ниже по сравнению с традиционной архитектурой [6].

В целом, данное исследование подчёркивает, что переосмысление патио должно носить не только технический, но и культурный характер. Оно должно обеспечивать сохранение пространственной логики и идентичности традиционной архитектуры при одновременной адаптации к современным требованиям урбанизации и энергоэффективности.

Таблица 1

Сравнительный анализ традиционного и современного городского жилища Лагуат.

Критерии	Традиционное жильё с патио	Современное жильё
Пространственная организация	Центрическая структура вокруг патио, чёткая иерархия пространств	Фрагментированная организация, открытые или оптимизированные планировки
Климатическая система	Патио как пассивный регулятор микроклимата	Зависимость от механических систем кондиционирования
Естественная вентиляция	Высокая эффективность (эффект дымохода, конвекция воздуха)	Слабая или недостаточная эффективность
Тепловой комфорт	Стабильный благодаря тепловой инерции и затенению	Нестабильный, зависит от активных систем охлаждения
Энергопотребление	Очень низкое (пассивная архитектура)	Высокое (искусственное охлаждение)
Строительные материалы	Глина, саман, камень (высокая тепловая инерция)	Бетон, промышленные материалы (низкая инерция)
Климатическая адаптация	Высокая, основана на эмпирическом опыте	Частичная, часто стандартизированная
Архитектурная идентичность	Сильная культурная и локальная преемственность	Тенденция к унификации и утрате идентичности
Социальное пространство	Патио как центр семейной жизни	Более индивидуализированные и разделённые пространства
Устойчивость	Высокая (пассивная и локальная логика)	Зависимость от энергии снижает устойчивость

Заключение

Данное исследование позволило рассмотреть роль патио в жилой архитектуре городов Сахары на примере города Лагуат. На основе комплексного подхода, объединяющего биоклиматический анализ, морфологическое исследование и социокультурную интерпретацию, была выявлена устойчиво значимая роль этого традиционного пространственного элемента в условиях современных вызовов, связанных с энергетической эффективностью и тепловым комфортом.

Результаты исследования показывают, что патио представляет собой высокоэффективную пассивную климатическую систему в условиях засушливого климата. Благодаря сочетанию естественной вентиляции, постоянного затенения и высокой тепловой инерции местных строительных материалов, оно обеспечивает стабильную терморегуляцию и значительно снижает необходимость использования механических систем охлаждения. В противоположность этому, современные типологии жилья, в которых патио сокращено или отсутствует, характеризуются повышенной зависимостью от кондиционирования воздуха и сниженной климатической устойчивостью зданий.

Помимо климатической эффективности, патио выступает важным элементом архитектурной идентичности и социальной организации пространства. Оно структурирует взаимодействие между приватными и общественными зонами, отражая устойчивые культурные практики традиционного общества Сахары. Его постепенное исчезновение в современной городской застройке поднимает одновременно энергетические и культурные проблемы.

Однако исследование подчёркивает, что возвращение патио в современную архитектуру не может осуществляться в его первоначальной традиционной форме. Урбанистические ограничения, новые типологии жилья и требования к плотности застройки требуют его функциональной и пространственной трансформации. Это предполагает необходимость переосмысления данного элемента через адаптацию его морфологии, биоклиматическую оптимизацию и использование современных цифровых методов моделирования.

В целом, патио следует рассматривать не как архаичный элемент прошлого, а как концептуальный и технический ресурс, способный отвечать современным требованиям устойчивого развития. Его интеграция в современную жилую архитектуру Лагуа представляет собой перспективное направление, позволяющее объединить энергетическую эффективность, тепловой комфорт и сохранение архитектурной идентичности. Кроме того, данная проблематика открывает перспективы дальнейших исследований, связанных с интеграцией цифровых технологий в проектирование энергоэффективных зданий с элементами вернакулярной архитектуры.

Литература

1. Sözen İ., Gedik G. Outdoor thermal comfort in urban canyon and courtyard forms in a hot dry climate: A parametric study based on the vernacular settlement of Mardin // Urban Climate. 2019. Vol. 28. Article 100459
2. Al-Hemiddi N.A., Al-Saud K.A.M. The effect of a ventilated interior courtyard on the thermal performance of a house in a hot-arid region // Renewable Energy. 2001. Vol. 24. No. 3–4. P. 581–595.
3. Hao S., Yu Z., Zhao L. The Effects of Courtyards on the Thermal Performance of a House in a Hot-Arid Climate // Energies. 2019. Vol. 12. No. 6. Article 1042.
4. Chahbi M. Environmental and socio-cultural transition from traditional courtyard dwellings to contemporary housing practices in Morocco: insights from Arab and East Asian regions // Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture. 2024. DOI: 10.1007/s43995-024-00078-w.
5. Charif O., Romani Z., M'Saouri El Bat A., Draoui A. An experimental and numerical thermal study of a small-scale urban block with courtyard // Energy and Buildings. 2024. Vol. 308. Article 114012. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114012.
6. Vaslavskaya I., Vaslavskiy Y., Stepanova D., Kochetkov E., Trukhanov S., Shakhov D. Implementation of ESG principles in business as a tool for managing environmental and social risks // International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), 2025, Vol. 15 (2): 63- 70& DOI 10.31407/ijees15.209. – EDN DGGEWW.

Contemporary approaches to the integration of traditional patios into low-rise residential architecture in the city of Laghouat

Benammar Fatima

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (NIU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

The article examines the potential of integrating the traditional type of dwelling with a patio courtyard into the modern residential development of Saharan cities, particularly of Laghouat. Based on an analytical and comparative approach, the article analyzes the role of the patio as a bioclimatic and sociocultural element that contributes to thermal comfort, energy efficiency, and the organization of living space. The study shows that, despite its gradual displacement in modern architectural practice, the patio retains significant adaptive potential. Its reinterpretation based on the principles of bioclimatic architecture and the use of thermal modeling tools allows for the improvement of building energy efficiency and the preservation of local architectural identity. The integration of the patio into the modern residential architecture of Laghouat will allow for the combination of energy efficiency and thermal comfort with architectural identity based on vernacular architecture.

Keywords: patio, Saharan architecture, bioclimatic architecture, thermal comfort, energy efficiency, Laghouat, residential housing, architectural identity, vernacular architecture.

References

1. Sözen İ., Gedik G. Outdoor thermal comfort in urban canyon and courtyard forms in a hot dry climate: A parametric study based on the vernacular settlement of Mardin // Urban Climate. 2019. Vol. 28. Article 100459
2. Al-Hemiddi N.A., Al-Saud K.A.M. The effect of a ventilated interior courtyard on the thermal performance of a house in a hot-arid region // Renewable Energy. 2001. Vol. 24. No. 3–4. P. 581–595.
3. Hao S., Yu Z., Zhao L. The Effects of Courtyards on the Thermal Performance of a House in a Hot-Arid Climate // Energies. 2019. Vol. 12. No. 6. Article 1042.
4. Chahbi M. Environmental and socio-cultural transition from traditional courtyard dwellings to contemporary housing practices in Morocco: insights from Arab and East Asian regions // Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture. 2024. DOI: 10.1007/s43995-024-00078-w.
5. Charif O., Romani Z., M'Saouri El Bat A., Draoui A. An experimental and numerical thermal study of a small-scale urban block with courtyard // Energy and Buildings. 2024. Vol. 308. Article 114012. DOI: 10.1016/j.enbuild.2024.114012.
6. Vaslavskaya I., Vaslavskiy Y., Stepanova D., Kochetkov E., Trukhanov S., Shakhov D. Implementation of ESG principles in business as a tool for managing environmental and social risks // International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES), 2025, Vol. 15 (2): 63- 70& DOI 10.31407/ijees15.209. – EDN DGGEWW.

Транспортно-пересадочные узлы в структуре городов мира

Забалуева Татьяна Рустиковна
Кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура», НИУ МГСУ «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет», trzabalueva@yandex.ru

Шамарина Анна Александровна,
Старший преподаватель кафедры «Архитектура», НИУ МГСУ «Национальный исследовательский московский государственный строительный университет», anna@shamarina.ru

В последнее время современное общество все чаще сталкивается с нехваткой транспортных связей. Существующие построенные на рубеже 90-х и 2000-х годов не отвечают современным требованиям. Развитие общественного транспорта проектирование и строительство транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) с перехватывающими парковками и «бесшовной» пересадкой могут решить проблему. Также необходимо отметить, что организация ТПУ включена в Транспортную стратегию РФ до 2030 года как одна из основных задач развития улично-дорожной сети.
В статье выделены общие проблемы отечественных и зарубежных мегаполисов такие как густонаселенность, недостаточность свободных участков для свободной застройки, сложность для размещения рекреационных зон, разорванность районов транспортными магистралями и другие. Проанализированы труды исследователей градостроителей и архитекторов. Рассмотрены современные тенденции к проектированию, разобраны построенные объекты. Выявлена основная тенденция к размещению ТПУ вдоль транспортной артерии.
Авторы пришли к выводу, что внедрение надземных большепролетных зданий в качестве транспортно-пересадочных узлов позволит решить многие проблемы мегаполисов. Поскольку набор объектов для ТПУ не закреплен, то место и наполнение каждого зависит от конкретных потребностей жителей района или региона.
Ключевые слова: надземные большепролетные здания (НБЗ), транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), многофункциональные здания, комбинированный, пешеходная функция, транспортная функция, рекреационная функция.

Введение

Стремительное развитие городов по всему миру приводит к увеличению уровня автомобилизации. Города разрастаются, занимая все большие территории, и, как следствие они большие городские зоны становятся разрозненными. Транспортные связи требуют реконструкции, пропускная способность падает. Начиная с 90-х годов 20 века разные исследователи изучают вопросы транспортных заторов и ухудшения в результате экологии городов. Мегаполисы первые столкнулись с проблемой «пробок», затем и остальные города. Развитие общественного транспорта, проектирование и строительство транспортно-пересадочных узлов с перехватывающими парковками и «бесшовной» пересадкой могут решить проблему.

Исследователи в сфере градостроительства и архитектуры предлагают разные пути решения сложившейся проблемы. Градостроители решают возникшую задачу градостроительными мерами, совершенствуя линейные городские связи. Архитекторы развивают функциональную и объемную составляющую, формируя многофункциональные объемы ТПУ.

В монографии Алексеева Ю.В. и др. [1, 2] поднят вопрос о многофункциональных сооружениях, которые должны объединить общественную функцию, транспортную, коммерческую и служебную. Разобраны принципы решения развязок и намечены подходы к планировочным решениям, а также приведены экономические расчеты целесообразности применения транспортно-пересадочных узлов на территории мегаполиса.

Вопросами проектирования транспортно-пересадочных узлов занимались архитекторы с 60-х годов XX века [3, 4]. Особенностью прошлого было, что ТПУ рассматривались исключительно в связке железнодорожного вокзала, автовокзала и пересадки с одного вида транспорта на другое, и в целом как объект транспортной инфраструктуры без связи с потребностями общества.

При анализе работ архитекторов Кочешковой Е.И. [5, 6], Скибы С.Л. [7], Кувшинова А.В. [8, 9] и др. выявлено, что применение большепролетных надземных зданий по типу здания-мост, здание-платформа актуальны при проектировании транспортно-пересадочных узлов разного уровня от мегаполиса до крупных и средних городов России и мира. Такие здания отвечают требованиям современной архитектуры и целесообразны с точки зрения экономики. На кафедре архитектуры ИАГ НИУ МГСУ ведется научная и проектная работа в направлении развития предложений по формированию таких сооружений для городов с использованием различных конструктивных решений, позволяющих существенно расширить планировочные возможности и процесс архитектурного формообразования этих объектов [10, 11, 12]. Пример такой разработки показан на рисунке 1. Здание -мост через ж/д пути ленинградского направления вблизи ж/д платформы Останкино – между ул. Дубовая Роща и проектируемым проездом в г. Москва, автор Николаева Ю.В.

Рисунок 1. Здание -мост через ж/д пути ленинградского направления вблизи ж/д платформы Останкино – между ул. Дубовая Роща и проектируемым проездом в г. Москва, автор Николаева Ю.В.

Анализируя зарубежный и отечественный опыт мегаполисов выявлены общие проблемы:
- густонаселенность;
- недостаточность свободных участков для свободной застройки;
- сложность для размещения рекреационных зон;
- сложность для развития транспортной инфраструктуры;
- сложность для развития общественно-деловой инфраструктуры.

Решением всех вышеперечисленных проблем стали транспортно-пересадочные узлы разного расположения и функционального наполнения [4, 13, 14, 15, 16].

Важным фактором в создании ТПУ является рельеф местности и возможности его использования. ТПУ может быть размещен:

- надземно;
- подземно;
- комбинировано.

По способу размещения такого рода объектов преобладает комбинированное расположение. Примером служит центральный вокзал Нью-Йорка (рис.2), вокзал Монпарнас с садом Атлантика на кровле над железнодорожными путями (Париж) (рис.3), комплекс Трансбэй транзит-центр, в г. Сан-Франциско, Станция Crossrail «Кэнери-Уорф» (Лондон, Великобритания).

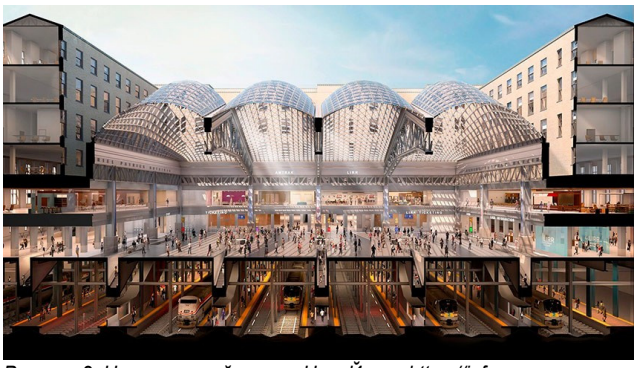


Рисунок 2. Центральный вокзал Нью-Йорка https://info-usa.ru/centralnyy-vokzal-nyu-yorka/

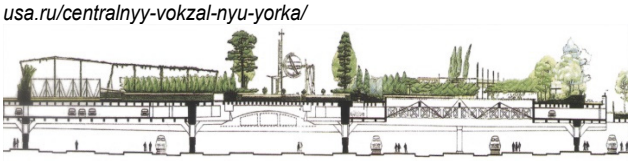


Рисунок 3. Схема разреза сада Атлантика железнодорожный вокзал Монпарнас Париж. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%B4_%D0%90%D1%82%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BA

Примером надземного размещения транспортной инфраструктуры является международный железнодорожный вокзал на станции Монс, линии Париж-Брюссель созданный архитектором Сантьяго Калатравой. Это мультимодальная станция, которая объединила местные и международные железнодорожные линии, а также исторический центр города на юге с жилым районом на севере.

«Этот проект выходит за рамки задач строительства новой железнодорожной станции. Задуманный как монументальный мост через пути, он положил начало глубоким преобразованиям в прилегающих районах. Центральная галерея полностью закрыта и изолирована, что обеспечивает комфортную температуру в холодные месяцы» - С. Калатрава.

Рисунок 4. Парящая галерея железнодорожного вокзала в Монсе. https://www.dezeen.com/2025/10/28/santiago-calatrava-gare-de-mons-station-belgium/#/

Галерея протяженностью 165 метров, пересекает железнодорожные пути и соединяет две стороны станции Монс, обеспечивая удобный пешеходный доступ. Пассажиры спускаются на платформу из центральной части галереи по лестницам и лифтам. Дневной свет попадает через световой фонарь, расположенный в коньке крыши, интерьер решен с помощью деревянных деталей отделки, придающих тепло и уютную обстановку на контрасте с полом из голубого известняка. Под козырьками, отходящими от центральной галереи расположены выходы на 7 путей, а также 29 автобусных остановок и стоянок такси. В этажах, находящихся ниже уровня земли, размещены парковки для автомобилей и велосипедов. Так же в здании предусмотрены офисные пространства, подсобные помещения и детские комнаты (рис. 4).

В последнее десятилетие в лидеры по возведению сложных и архитектурно значимых объектов вырвалась Азия.

В Пекине завершается строительство нового крупнейшего ТПУ в районе Тунчжоу к западу от центра. Узел объединяет линию метро, городские электрички и автобусные маршруты.

В 2008 году был построен «Южный вокзал» в Пекине (рис. 5.). Вокзал входит в тройку крупнейших транспортных узлов Китая и построен на границе трех районов: Сюаньу (Xuanwu), Гунвэнь (Chongwen) и Фэнтай (Fengtai). Здание включает пять уровней: два надземных и три подземных. Подземные этажи объединены с линиями метро.

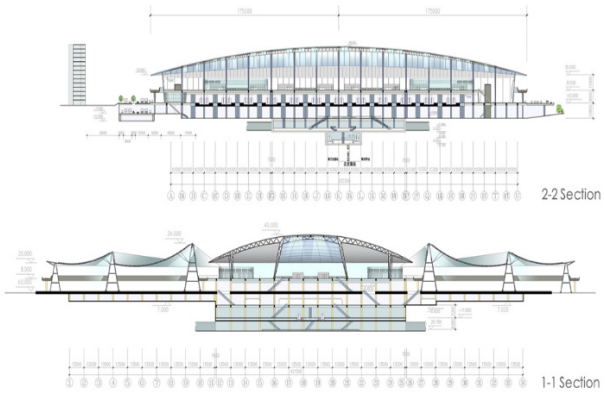


Рисунок 5. Разрез продольный и поперечный здания «Южный вокзал» Пекин. https://www.archdaily.com/272425/beijing-south-station-tfp-farrells/50458da628ba0d7ecb000221-beijing-south-station-tfp-farrells-sections?next_project=no

Знаковым проектом для Азии является Lightwalk – транспортно-пересадочный узел района Каннам на проспекте Ёндон-дэро, Южная Корея.

Проект был разработан бюро Доминика Перро совместно с Южнокорейской мастерской Junglim Architecture. Основной целью проекта было создание крупнейшего транспортно-пересадочного узла в самом оживленном районе Сеула-Каннаме. Это крупнейшее подземное сооружение 167 000 м2, включающее в себя шесть подземных уровней с двумя линиями метрополитена, двумя линиями экспресс поездов, автовокзалом, коммерческими и общественными помещениями, а в наземной части расположен променад длиною в километр (рис.6).

Рисунок 6. Разрез ТПУ Lightwalk район Каннам на проспекте Ёндон-дэро. https://archi.ru/world/101567/koreiskaya-volna-dominika-perro

Российский опыт проектирования и строительства ТПУ так же в последнее время развивается, но в основном идет по пути отведения земельного участка и расположение на нем множества разно-функциональный зданий с надземными и подземными связями между собой [11, 13, 14, 15].

К такому примеру относится ТПУ Планетарная, введённая в эксплуатацию в 2011 году (рис.8) — это был первый реализованный проект но-

вого поколения. По объемно-планировочному решению в здании располагаются торговые галереи, супермаркет, ресторанный дворик, платформы посадки пассажиров на автобусы, перехватывающие парковки. ТПУ «Планетарная» имеет шесть уровней. В процессе эксплуатации для удобства пассажиров неоднократно менялась схема распределения пассажиропотоков. Станция метро «Планетарная» соединена с ТПУ через наземный выход.

Рисунок 7. зрез ТПУ Lightwalk район Каннам на проспекте Ёндондэро. https://archi.ru/world/101567/koreiskaya-volna-dominika-perro#slider-9

Рисунок 8. Транспортно-пересадочный узел «Планетарная»

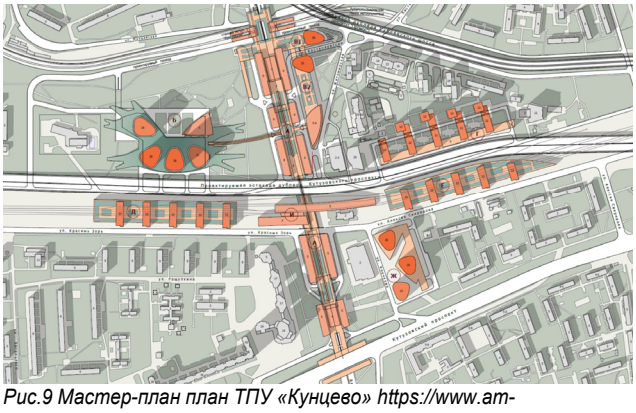


Рис.9 Мастер-план план ТПУ «Кунцево» https://www.am-gran.ru/projects/transportno-peresadochnyy-uzel-v-kuncevo

Разработками транспортно-пересадочный узлов занимаются ведущие проектные бюро РФ как пример ТПУ в Кунцево архитектурная мастерская ГРАН (рис. 9 Мастер -план ТПУ в Кунцево). Архитекторы П.Андреев и С.Жадкевич представили один из вариантов развития данной территории. По объемно-планировочному решению запланировано объединение наземным мостом всех объемов (рис.10,11) размещение перехватывающих парковок, платформы для наземного транспорта, торговые и офисные площади, места отдыха и прогулок.

Рисунок 10. Перспективный вид на ТПУ «Кунцево»

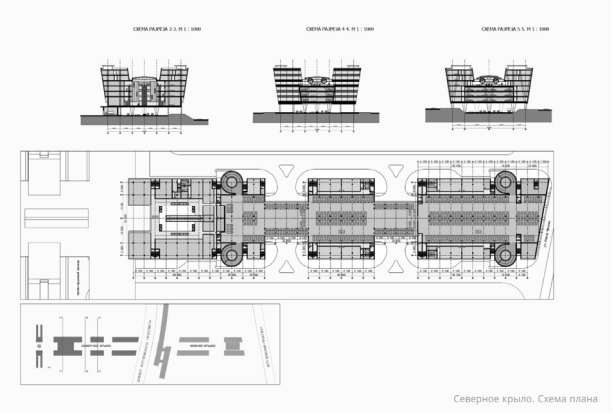


Рисунок 11. Северное крыло. Схема плана ТПУ «Кунцево» https://www.am-gran.ru/projects/transportno-peresadochnyy-uzel-v-kuncevo

Реализованный крупный ТПУ в Санкт-Петербурге - Ладожский вокзал по проекту архитектурного бюро «Студия 44» (рис.12).

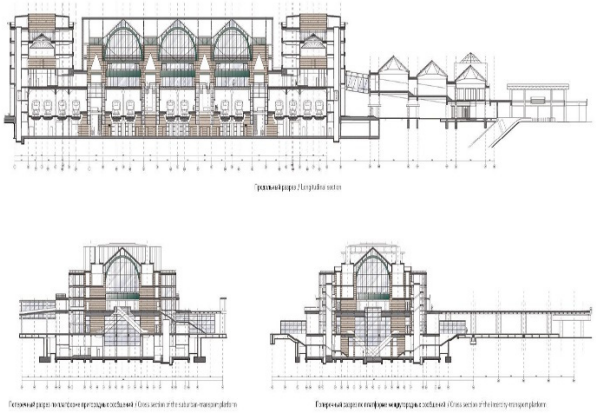


Рисунок 12. Разрез ТПУ Ладожский вокзал, студия 44. https://studio44.ru/projects/project126/

На 31-й Международной строительно-интерьерной выставки MosBuild-2025 проходил круглый стол на тему «Архитектура движения: транспортно-пересадочные узлы как новая типология». В рамках обсуждения поднимались вопросы трансформации ТПУ в новые жизненные артерии мегаполиса центры городской активности.

Заключение

Подводя итоги анализа опыта международного и российского в проектировании ТПУ, авторы пришли к выводу, что размещение таких объектов в преобладающем большинстве предлагается вдоль транспортной артерии. Такой прием рассматривается как классическое решение, транспортные потоки в зависимости от его вида распределяются по вертикали и верхние уровни отдаются под общественную функцию. Решена проблема «бесшовности» пересадки, но не разрешена проблема разорванности районов, разделенных полосой железнодорожного полотна или автомагистралью.

Ключевыми проблемами для мегаполисов являются транспортные заторы и транспортная разорванность районов, нехватка многофункциональных пространств. Их можно решить при помощи применения наземных большепролетных зданий, для снижения финансовой нагрузки для городов можно привлечь к участию частный капитал через механизмы ГЧП (расшифровать). Для преодоления транспортной разорванности городских районов расположить большепролетное здание поперек преграды и дополнить его транспортным проездом и пешеходной полосой. Такая архитектурная концепция позволяет улучшить пешеходную и транспортную доступность для жителей близлежащих районов, освободить территорию от излишней загруженности транспортом, а также повысить экологичность городской среды. Для успешного развития НБЗ (надземные большепролетные здания) в России, в которую входят ТПУ, необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу, регулирующую строительство таких объектов, т.к. они являются в настоящее время новым типом зданий в типологическом перечне.

Литература

1. Алексеев Ю.В., Сомов Г.Ю. и др. Развитие и реконструкция социально-транспортной инфраструктуры мегаполиса. Надземные автомагистрали над железной дорогой: монография/ Алексеев Ю.В., Сомов Г.Ю. и др- Москва: АСВ, 2011. 329с. ISBN 978-5-93093-842-5.
2. Патент на полезную модель № 102219 U1 Российская Федерация, МПК E01C 1/04. система автотранспортных магистралей мегаполиса : № 2009132590/03 : заявл. 31.08.2009 : опубл. 20.02.2011 / Ю. В. Алексеев. EDN RHFBQD.
3. Ларина Н.А., Саморядов С.В. Здания гостиниц в надпутевом пространстве железных дорог: особенности проектирования и строительства // Вестник Московского информационно-технологического университета - Московского архитектурно-строительного института. 2024. №4. С. 15-19. DOI 10.52470/2619046X_2024_4_15. EDN AUBPGB.
4. Шкуркина П.В., Хиценко Е.В. Анализ мировых тенденций проектирования транспортно-пересадочных узлов // Ноэма. 2022. №1 (8). С.92-103.
5. Кошечкова Е.И. Архитектурно-планировочные решения надземных большепролетных зданий (на примере города Москвы): автореф. дис. канд. арх.: 05.23.21: утв. 18.12.2013. Нижний Новгород, 2013. 209 с.
6. Кочешкова Е.И. Надземные большепролетные здания в структуре крупнейшего города // Строительство и архитектура. 2017. №. 2. С. 83-95. DOI: https://doi.org/10.12737/article_598034eb3f4c09.80118077
7. Скиба С.Л., Забалуева Т.Р. Объемно-планировочные системы зданий-мостов // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. №1(50). С. 165–179. DOI:10.24411/1998-4839-2020-15011
8. Кувшинов А.В., Забалуева Т.Р. Методика анализа городской среды для формирования надземного большепролетного здания // Инновации и инвестиции. 2024. № 1. С. 292-296. EDN GUOTYW.
9. Кувшинов, А. В. Транспортно-пересадочные узлы на примере Москвы // Дни студенческой науки: Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры НИУ МГСУ, Москва, 02–05 марта 2020 года. Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020. С. 149-151. EDN JGZRKW.
10. Копылова К.А., Забалуева Т.Р. Принципы формирования объемно-планировочных решений зданий-мостов с функцией гостиницы на территории г. Москвы // Инновации и инвестиции. 2024. № 4. С.529-533.
11. Забалуева Т.Р., Захаров А.В., Кочешкова Е.И. Здания-мосты – решение проблемы автомобильных пробок в крупнейших городах // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 9. С. 32–35.
12. Захаров А.В. Конструктивная основа современных НБЗ и их экономическое обоснование // Инновации и инвестиции. 2020. №1. С.251-256.
13. Конюхов Д. С., Потокина А. М., Рейсбих Я. А. Надпутевые сооружения как средство преодоления дефицита городских территорий // Промышленное и гражданское строительство. 2025. № 4. С. 87-94. doi: 10.33622/0869-7019.2025.04.87-94
14. Булгакова Е. А., Савичева А. А. Архитектура транспортно-пересадочных узлов (на примере Московского региона) // Вестник Московского информационно-технологического университета – Московского архитектурно-строительного института. 2018. №1. С.34-42.
15. Ольмезова А.Х. Концепция создания транспортно-пересадочных узлов как основных элементов транспортной инфраструктуры // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2020. №4. С.151-156.
16. Сторчак Ю.А. Градостроительные основы архитектурного проектирования многофункциональных комплексов предмостных площадей и мостов // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. № 3(64). С. 139–159. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3- 139-159.

Transportation hubs in the structure of the world's cities

Zabalueva T.R., Shamarina A.A.

National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

Recently, modern society is increasingly faced with a lack of transport links. The existing transport hubs built at the turn of the 1990s and 2000s do not meet modern requirements. The development of public transport, the design and construction of transport and transfer hubs (TTH) with intercepting parking lots and seamless transfers, can solve this problem. It is also important to note that the organization of TTH is included in the Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 as one of the main objectives for the development of the street and road network.

At the legislative level, TTH is defined as a public space that includes surface, underground, and railway public transport, as well as providing the area with social infrastructure.

The article highlights the common problems of domestic and foreign megacities, such as high population density, a lack of available land for free development, difficulties in establishing recreational areas, and the fragmentation of districts by transport routes, among others. The article analyzes the works of urban planners and architects, examines current trends in design, and analyzes existing facilities. The main trend in the placement of TTH along the transport artery has been identified.

The authors conclude that the introduction of elevated, large-span buildings as transport and transfer hubs can solve many of the problems faced by megacities. Since the set of facilities for TTH is not fixed, the location and content of each facility depend on the specific needs of the residents of the district or region.

Keywords: above-ground large-span buildings (ALSB), transport and transfer hubs (TTH), multifunctional buildings, combined, pedestrian function, transport function, recreational function.

References

1. Alekseev Yu.V., Somov G.Yu. et al. Development and reconstruction of the social and transport infrastructure of a megacity. Elevated highways over a railway: monograph / Alekseev Yu.V., Somov G.Yu. et al. - Moscow: ASV, 2011. 329 p. ISBN 978-5-93093-842-5.
2. Patent for utility model No. 102219 U1 Russian Federation, IPC E01C 1/04. system of megacity highways: No. 2009132590/03: declared. 31.08.2009: published. 20.02.2011 / Yu. V. Alekseev. EDN RHFBQD.
3. Larina N.A., Samoryadov S.V. Hotel buildings in the over-track space of railways: design and construction features // Bulletin of the Moscow Information Technology University - Moscow Institute of Architecture and Civil Engineering. 2024. No. 4. pp. 15-19. DOI 10.52470/2619046X_2024_4_15. EDN AUBPGB.
4. Shkurkina P.V., Khitsenko E.V. Analysis of global trends in the design of transport hubs // Noema. 2022. No. 1 (8). pp. 92-103.
5. Koshechkova E.I. Architectural and planning solutions for above-ground large-span buildings (using the city of Moscow as an example): author's abstract. diss. cand. arch.: 05.23.21: approved 18.12.2013. Nizhny Novgorod, 2013. 209 p.
6. Kocheshkova E.I. Large-span elevated buildings in the structure of a major city // Construction and Architecture. 2017. No. 2. pp. 83-95. DOI: https://doi.org/10.12737/article_598034eb3f4c09.80118077
7. Skiba S.L., Zabalueva T.R. Space-planning systems of bridge buildings // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. No. 1(50). pp. 165–179. DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15011
8. Kuvshinov A.V., Zabalueva T.R. Methodology for analyzing the urban environment for the design of an elevated large-span building // Innovations and Investments. 2024. No. 1. pp. 292-296. EDN GUOTYW.
9. Kuvshinov, A. V. Transport hubs: the example of Moscow // Days of Student Science: Collection of reports from the scientific and technical conference based on the results of research work by students of the Institute of Civil Engineering and Architecture of the National Research University Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, March 2–5, 2020. Moscow: Publishing House MISI – MGSU, 2020. pp. 149–151. EDN JGZRKW.
10. Kopylova K. A., Zabalueva T. R. Principles of forming space-planning solutions for bridge-buildings with hotel functions in Moscow // Innovations and Investments. 2024. No. 4. pp. 529–533.
11. Zabalueva TR, Zakharov AV, Kocheshkova EI. Building-bridges – a solution to the problem of traffic jams in the largest cities // Industrial and civil engineering. 2013. No. 9. pp. 32–35.
12. Zakharov AV. Structural basis of modern overhead bridges and their economic justification // Innovations and investments. 2020. No. 1. pp. 251–256.
13. Konyukhov DS, Potokina AM, Reisbich Ya A. Overhead structures as a means of overcoming the deficit of urban territories // Industrial and civil engineering. 2025. No. 4. pp. 87–94. doi: 10.33622/0869-7019.2025.04.87-94
14. Bulgakova E. A., Savicheva A. A. Architecture of transport hubs (on the example of the Moscow region) // Bulletin of the Moscow Information Technology University - Moscow Institute of Architecture and Civil Engineering. 2018. No. 1. pp. 34-42.
15. Olmezova A.Kh. Concept of creating transport hubs as the main elements of transport infrastructure // International Journal of Applied Sciences and Technologies "Integral". 2020. No. 4. pp. 151-156.

Влияние ландшафтных решений на снижение шума в городской среде

Казаков Николай Олегович
магистрант, Инженерной академия, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, 1032241278@rudn.ru

Калинина Наталья Сергеевна
кандидат архитектуры, доцент, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, kalinina-ntsr@rudn.ru

В статье рассматриваются возможности архитектурно-ландшафтных решений для их влияния на снижение уровня шума в городской среде. Анализируется природные и искусственные акустические барьеры, включающие зеленые насаждения, рельефные элементы и водные объекты, а также их комбинированное применение. Актуальность исследования обусловлена ростом транспортного шума в условиях плотной городской застройки и его негативным воздействием на здоровье населения. На основе анализа отечественных и зарубежных источников выделены ключевые факторы, определяющие эффективность природных шумопоглощающих элементов. Приведен пример шумовой нагрузки на одном из участков Невского проспекта в Санкт- Петербурге, также проведен визуальный анализ городской среды, подтверждающий необходимость комплексного подхода к снижению звукового воздействия. Сделан вывод о том, что использование комплексного сочетания зеленых насаждений, элементов рельефа и шумозащитных экранов обеспечивает наиболее высокую эффективность в формировании комфортной акустической среды.

Ключевые слова: ландшафтная архитектура, городская среда, ландшафтный дизайн, элементы акустического благоустройства.

Введение.

Современные города все чаще сталкиваются с проблемой повышенного роста шума. Это связано с плотной застройкой, интенсивным транспортным потоком и изношенной дорожно-транспортной инфраструктурой. При этом шум – это не просто вопрос комфорта. По данным Всемирной организации здравоохранения, длительное пребывание в условиях шума выше 55 дБ может приводить к нарушениям сна, повышенному уровню стресса и увеличению риска сердечно-сосудистых заболеваний [7]. Именно поэтому к этой проблеме сегодня проявляется практический интерес: возникает необходимость в создании таких элементов городской среды, которые не только снижают уровень шума, но и делают пространство более комфортным и качественным для жизни.

Архитектурно-ландшафтные решения играют гораздо более значимую роль, чем просто декоративную. Грамотно размещенные зеленые насаждения, водные объекты и элементы рельефа способны заметно ослаблять воздействие шума на городскую среду. Однако эффективность таких решений зависит от ряда факторов – в частности, от плотности и структуры их размещения по отношению к источникам шума, а также от того, как используются рельеф и водные элементы в общей композиции городского пространства [6].

Современные подходы и элементы акустического благоустройства.

Снижение уровня шума в городской среде активно изучается в зарубежных работах Ц. Кана (J. Kang) и отечественных работах Гордеева Ю. А., так как занимает важную роль в формировании комфортной среды для жизни граждан. Традиционные инженерные методы – шумозащитные экраны и панели, специальные дорожные покрытия с зелеными насаждения – закрепили за собой определенную эффективность, но современная практика подчеркивает важность совокупности архитектурно-ландшафтных решений. Они не только снижают уровень шума, но и формируют визуальный облик и экологическую составляющую городской среды. Основные архитектурно-ландшафтные элементы, которые сейчас активно используются для снижения уровня шума, делятся на три категории: природные, искусственные и инженерно-ландшафтные [1]. Совокупность всех этих элементов образуют комплекс архитектурно-ландшафтных решений (рис. 1).

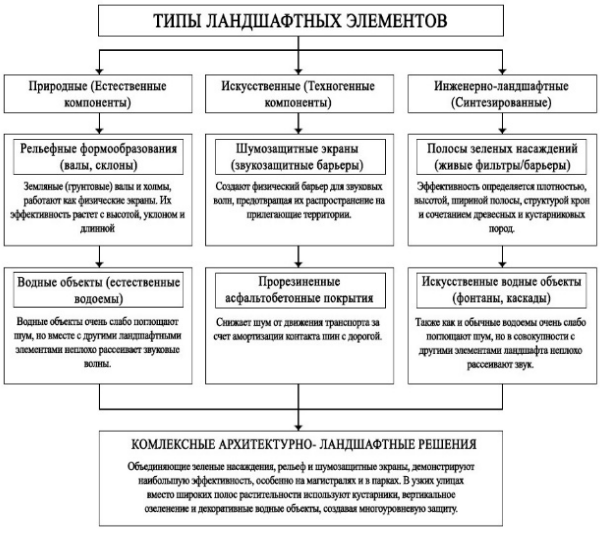


Рис. 1. Группы и типы ландшафтных элементов для снижения уровня шума в городской среде

Материал и методы исследования. Для оценки эффективности архитектурно-ландшафтных решений по снижению уровня городского шума БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова применяли методический подход, визуальный анализ городской среды и последующее моделирование с использованием геоинформационных систем (ГИС). Основным объектом исследования был выбран Санкт-Петербург, характеризующийся высокой плотностью исторической застройки и значительным

объемом транспортных потоков. Согласно аналитическим материалам издания «Город 812», автомобильный транспорт формирует до 70-80% общего городского акустического фона, что делает магистрали основным источником шумовой нагрузки в городе и определяет их приоритетное значение при планировании мер по ее снижению.

В качестве участка, рассматривался Невский проспект – одна из наиболее интенсивно загруженных городских магистралей, расположенная в зоне плотной застройки исторической части города. Дополнительно анализировались малые улицы и жилые кварталы, так как по мнению издания «Город 812», необходимо изучать локальные условия распространения шума и оценивать роль зеленых насаждений как потенциальных шумопоглощающих элементов [8].

а) б)

Рис. 2. а) пересечении Невского проспекта и улицы Маяковская, Санкт-Петербург., б) Фрагмент шумовой карты Санкт-Петербурга

Визуальный анализ проводился с использованием фото данных и карты шумов центра Петербурга, составленной на основе примерно 1500 измерительных точек, охватывающих центральные районы города. Согласно данным карты (см. рис. 2, б) средний уровень шума в центре оценивается примерно в 60 дБА, при этом отдельные участки демонстрируют повышенный уровень шума. Этот анализ фиксирует ширину уличного пространства, плотность и характер застройки. На его основе создавались схемы городской среды, показанные на фото.

В качестве примера особенно шумного участка выделено пересечение Невского проспекта и улицы Маяковского (см. рис. 2, а). Здесь плотная историческая застройка и интенсивный поток автомобилей, автобусов и трамваев создает эффект «городского каньона», усиливающийся шум. При ограниченном пространстве для громоздких шумозащитных конструкций, возможны меры снижения: вертикальное озеленение фасадов, малые зеленые насаждения, асфальт на резиновой крошке, звукоизоляция окон, а при наличии открытых пространств – земляные валы и водные объекты.

Особенности архитектурно-ландшафтных элементов способны снижать уровень городского шума, но их эффективность зависит от комплексного применения и характерных условий участка. В Санкт-Петербурге основным источником городского шума является автомобильный транспорт, поэтому меры по снижению шумовой нагрузки без учета интенсивности движения и постоянного мониторинга имеют ограниченную эффективность. Это соответствует выводам «Город 812»: без сетевого мониторинга и интеграции мер в планировании, многие решения остаются лишь декоративными. На широких улицах эффективны зеленые полосы, звуковые экраны и прорезиненный асфальтобетон. На узких улицах, где установка громоздких конструкций невозможна, оптимальны вертикальное озеленение, малые кустарники и зеленые карманы, рифленые или пористые фасадные покрытия, а также организационные меры – снижение скоростного режима, ограничение движения грузового транспорта и контроль ночного движения.

Эффективность ландшафтных решений: практическое применение и рекомендации.

Практическая польза ландшафтных элементов в борьбе с городским шумом подтверждается многочисленными примерами из отечественной и зарубежной практики [9]. Главная задача заключается не в декоративности, а в правильном подборе архитектурных элементов, размещении и комбинировании их. Основное правило: чем выше плотность, многоуровневость и структурное разнообразие композиции, тем значительнее акустический эффект.

Для более детального рассмотрения выделим несколько типов ландшафтных элементов, выбор и сочетание которых определяет структуру композиции.

1. *Полосы зеленых насаждений.* Зеленые полосы представляют собой сочетаний деревьев с высокими кронами и кустарников, формирующих природный шумовой барьер (см. рис. 3, а). Хвойные породы сохраняют шумопоглощение зимой, когда лиственные деревья теряют листву.

Применение: используются вдоль городских и загородных магистралей, вблизи жилых кварталов и общественных пространств. Ширина полосы составляют 15-30 м, кустарники высотой 1,5-2 м высаживаются с плотностью 3-4 растений на м^2.

а) б)

Рис. 3. а) полосы зеленых насаждений на Норт-стрит, Великобритания., б) земляной вал на автомагистрали I-84, штат Коннектикут, США.

Эффективность: снижение транспортного шума достигает 6-10 дБ, особенно при комбинировании лиственных и хвойных пород [2].

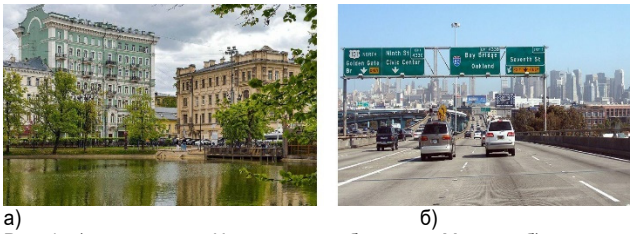
2. *Рельефные формообразования.* Грунтовые валы и холмы создают физический барьер, прерывающий прямое распространение звука и частично поглощают звуковую энергию, благодаря растительному покрову и грунту (см. рис. 3, б).

Применение: используются вдоль автомагистралей, железных дорог и вблизи жилой застройки. Высота валов варьируется от 2 до 8 м, уклон обычно не превышает 30-35°.

Эффективность: снижение уровня шума составляет 3-12 дБ, в зависимости от высоты и ширины вала, а озеленение усиливает эффект.

3. *Водные объекты.* Водоемы, пруды и каналы (см. рис. 4, а) не поглощают шум напрямую, но создают зоны рассеивания и отражения звуковых волн. Эффект усиливается при наличии плотной растительности вдоль берегов.

Применение: используются в городских парках и ландшафтных рекреационных пространствах. Эффективны водные объекты шириной не менее 8-10 м.



а) б)

Рис. 4. а) вид пруда на Чистопрудном бульваре, Москва., б) межштатный участок автомагистралей I-80 с асфальтобетонным прорезиненным покрытием, США.

Эффективность: снижение уровня шума в прибрежных зонах составляет 2-5 дБ, особенно при комплексном применении с зелеными насаждениями или рельефом [4, 6].

4. *Прорезиненное асфальтобетонное покрытие.* Прорезиненный асфальтобетон содержит гранулы переработанной резины (см. рис. 4, б), которые уменьшают вибрацию и шум от контакта шин с дорожным покрытием.

Применение: используется на участках дорог с высокой интенсивностью движения. Эффективен на магистралях и скоростных шоссе.

Эффективность: покрытие снижает дорожный шум на 3-5 дБ. В комбинации с зелеными или рельефными барьерами суммарное снижение достигает до 12-15 дБ.

5. *Шумозащитные экраны.* Шумозащитные экраны – это инженерные конструкции и металла (см. рис. 5, а), поликарбоната, стеклопластика и композитных материалов, предназначенные для блокировки прямого распространения звуковых волн. Различают отражающие и поглощающие экраны.

Применение: устанавливаются вдоль автострад, железных дорог и городских магистралей. Высота экранов составляет 3-6 м, протяженность зависит от конфигурации трассы.

Эффективность: современные экраны обеспечивают снижение шума на 8-15 дБ, а в сочетании с зелеными насаждениями или земляными валами до 18-20 дБ [6].

а) б)

Рис. 5. а) изогнутый шумозащитный экран на автомагистрали А16, Дордрехт, Нидерланды., б) комплексное ландшафтных решение на участке Северной кольцевой дороги А406, Лондон, Великобритания.

6. *Комплексные архитектурно-ландшафтные решения.* Сочетание зеленых насаждений, рельефных формообразований и шумозащитных экранов позволяет получить максимальный суммарный эффект защиты от транспортного шума (см. рис. 5, б).

Применение: используются в крупных городских проектах благоустройства магистралей и жилых районов.

Эффективность: комплексные решения обеспечивают снижение шума суммарно до 12 дБ, а в отдельных случаях – до нормативов жилой застройки [4-6].

Далее приводятся результаты исследования, полученные в рамках проведенного анализа. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика архитектурно-ландшафтных решений по снижению шума в городской среде

Элемент	Принцип действия	Условия применения	Планировочная роль	Влияние на качество городской среды	Ограничения	Эффективность
Водные объекты (рис. 4, а)	Маскировка шума за счет фонового звука	Рекреационные зоны	Акцентные элементы среды	Повышение акустического и визуального комфорта	Не снижают шум напрямую	Низкая-средняя
Полосы зеленых насаждений (рис. 3, а)	Рассеивание и частичное поглощение звука	Вдоль магистралей буферные зоны	Формирование защитных зеленых коридоров	Улучшение микроклимат визуальный комфорт	Требует значительной ширины	Средняя
Прорезиненные асфальтобетонные покрытия (рис. 4, б)	Снижение шума от контакта шин с покрытием	Дорожная сеть	Функциональный элемент покрытия	Незначительное влияние на визуальную среду	Быстрый износ, стоимость	Средняя
Рельефные формообразования (рис. 3, б)	Экранирование за счет изменения рельефа	Парки, набережные	Формирование барьерных форм рельефа	Повышение пластичной среды	Ограничены условиями территории	Средняя-высокая
Шумозащитные экраны (рис. 5, а)	Отражение и блокирования шума	Вдоль транспортных магистралей	Линейные барьеры	Может ухудшать визуальное восприятие	Низкая архитектурная интеграция	Высокая
Комплексные архитектурно-ландшафтные решения (рис. 5, б)	Комбинированное воздействие	Жилые районы, общественные пространства	Интеграции различных элементов	Комплексное улучшение среды	Сложность проектирования	Высокая

Как видно из представленных данных в сравнительной характеристике архитектурно-ландшафтных элементов, для широкого пространства улицы Невского проспекта наиболее эффективным является вариант с использованием полос зеленых насаждений, формирующих зеленый коридор и создает эффект частичного поглощения шума. В сочетании с прорезиненным асфальтобетоном это позволит снизить уровень шума, одновременно сохраняя эстетическую выразительность оживленной улицы. Касательно узкого участка улицы Маяковского, ситуация обстоит гораздо сложнее. Наиболее целесообразным решением, не нарушающим архитектурный облик, является озеленение фасадов либо размещение шумозащитных экранов, интегрированных в фасады зданий, что позволит существенно снизить уровень шума без ущерба для их визуального восприятия.

Заключение. Возможности архитектурно-ландшафтных решений способны существенно снизить уровень шума в городской среде. Особенно эффективно применение комплексного подхода всех вышеперечисленных элементов, создающего шумопоглощающий барьер от звука. Ландшафтные решения выполняют не только декоративную функцию, но и становятся важным инструментов формирования комфортного и удобного для жизни городского пространства.

Ключевым аспектом является комплексный подход: элементы должны быть грамотно размещены, учитывать плотность и сезонные изменения растительности, а также обеспечивает удобство передвижения для местных жителей. Такой подход способствует созданию городской среды, которая одновременно тише, безопаснее и эстетически привлекательнее для качества жизни граждан.

Литература

1. Гордеев Юрий Александрович, Кулагин Андрей Алексеевич. Влияние зелёных насаждений на шумовую характеристику урбанизированных территорий // Проблемы социокультурных исследований и проектирования модернизации в регионах и муниципальных образованиях России: материалы Всероссийской научно-практической конференции, 26-29 сентября 2016 г., Самара–Тольятти. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2016. – С. 216-221.
2. Гордеев Юрий Александрович, Кулагин Андрей Алексеевич. Шумозащитные свойства зеленых насаждений на урбанизированных территориях // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2014. – №1. – С. 7-13.
3. Дьячкова Ольга Николаевна. Принципы стратегического планирования развития "зеленой" инфраструктуры городской среды // Вестник МГСУ. – 2021. – Т.16, №8. – С. 1045-1064.
4. Краснов Денис Константинович. Методы борьбы с шумом в городе // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. №12-1 (87).
5. Приходько Алла Ивановна. Акустические экраны. конструкции и материалы // Cold Science. – 2024. – №4.
6. Цзянь Кан. Звуковая среда города // Лондон. Routledge, 2020. гл. 6. С. 189–198. / Jian Kang. Urban Sound Environment // London. Routledge, 2020. Ср. 6. P. 189-198.
7. WHO Guidelines for Community Noise - A complete, authoritative guide on the effects of noise pollution on health. [Электронный ресурс]. URL: https://ruidos.org/Noise/WHO_Noise_guidelines_summary.html.
8. ГОРОД 812 Петербургский журнал | Мысли о городе и мире. [Электронный ресурс]. URL: https://gorod-812.ru/spasite-nashi-ushi/. (дата обращения: 24.11.2025)
9. Луговская Анна Юрьевна, Анопченко Людмила Юрьевна Зеленые насаждения как метод защиты от шума на урбанизированных территориях // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/zelenye-nasazhdeniya-kak-metod-zaschity-ot-shuma-na-urbanizirovannyh-territoriyah (дата обращения: 22.04.2026).

The Impact of Landscape Design on Noise Reduction in Urban Environments

Kazakov N.O., Kalinina N.S.

Patrice Lumumba Russian University of Friendship of Peoples

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the potential of architectural and landscape design solutions to reduce noise levels in urban environments. It analyzes natural and artificial acoustic barriers, including green spaces, topographical features, and water bodies, as well as their combined use. The relevance of this research stems from the increase in traffic noise in densely built-up urban areas and its negative impact on public health. The relevance of this study stems from the increase in traffic noise in densely built-up urban areas and its negative impact on public health. Based on an analysis of domestic and international sources, key factors determining the effectiveness of natural noise-absorbing elements have been identified. An example of noise pollution on a section of Nevsky Prospekt in St. Petersburg is provided, and a visual analysis of the urban environment is conducted, confirming the need for a comprehensive approach to reducing noise pollution. It is concluded that the use of a comprehensive combination of green spaces, topographical features, and noise barriers provides the highest effectiveness in creating a comfortable acoustic environment.

Keywords: landscape architecture, urban environment, landscape design, acoustic improvement elements.

References

1. Gordeev Yuri Alexandrovich, Kulagin Andrei Alekseevich. The Impact of Green Spaces on Noise Levels in Urban Areas // Issues in Sociocultural Research and Modernization Planning in Russian Regions and Municipalities: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, September 26–29, 2016, Samara–Tolyatti. – Samara: Samara University Press, 2016. – pp. 216–221.
2. Gordeev Yuri Alexandrovich, Kulagin Andrei Alekseevich. Noise-reducing properties of green spaces in urbanized areas // Bulletin of Udmurt University. Series “Biology. Earth Sciences.” – 2014. – No. 1. – pp. 7–13.
3. Dyachkova Olga Nikolaevna. Principles of strategic planning for the development of “green” infrastructure in the urban environment // Bulletin of the Moscow State University of Civil Engineering. – 2021. – Vol. 16, No. 8. – pp. 1045–1064.
4. Krasnov Denis Konstantinovich. methods of combating noise in the city // International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2023. No. 12-1 (87).

Размещение промышленного предприятия относительно городской среды на примере станции по опреснению морской воды

Лужанская Алина Сергеевна
студентка кафедры архитектуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, luuzhalina@icloud.com,

Газизов Тимур Халимович
старший преподаватель кафедры архитектуры, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, timur.gazizow@mail.ru

Целью исследования является выявление основных градостроительных требований к размещению промышленного предприятия относительно городской среды на примере станции по опреснению морской воды. В статье рассмотрены факторы, влияющие на выбор участка: экологическое воздействие на прибрежную акваторию, санитарные разрывы, шумовая нагрузка, транспортная доступность, инженерные коммуникации и логистика готового продукта. Отдельное внимание уделено мировому опыту размещения опреснительных предприятий в ближайшей, средней и дальней зонах относительно городской черты. На основе сравнительного анализа обоснована целесообразность выбора оптимального участка с учетом природного рельефа, экономической эффективности и безопасности городской среды. Сделан вывод о наиболее оптимальном расположении проектного решения относительно городской среды и важности его нахождения на выбранном участке.
Ключевые слова: промышленное здание, расположение, удаленность, экологическое воздействие, технология производства.

При строительстве предприятий, связанных с опреснением морской воды проектировщики неизбежно сталкиваются с рядом задач, решение которых должно быть осуществлено еще на стадии проектирования: помимо архитектурно-конструктивных и инженерно-технологических задач, стоят задачи экономики, ресурсосбережения, а также задачи градостроительного плана [1]. Проблематика зданий, связанных с опреснением морской воды заключается в уникальной организации внутренней структуры производства, продиктованной технологической картой выбранного метода опреснения.

Сложившийся мировой опыт по проектированию станций по опреснению морской воды показывает, что помимо основополагающей взаимосвязи технологии опреснения с объемно-планировочной организацией - немаловажную роль играет градостроительное размещение предприятия относительно селитебной зоны населенного пункта [2].

На первый взгляд может показаться вполне логичным располагать объекты подобного плана вблизи их непосредственных потребителей-населенных пунктов: это могло бы решить проблемы инженерной связи с городом, логистики готового продукта, транспортной доступности, а также удобства обслуживания. Однако, в ряде случаев опреснительные предприятия располагаются далеко за пределами населенных пунктов. На сегодняшний день серьезную роль играют несколько основополагающих факторов, которые часто упускают из виду, напрямую влияющих на выбор территориального размещения опреснительного предприятия:

– *Экология водных ресурсов*. На данный момент подавляющее большинство промышленных предприятий не могут похвастаться безотходными производствами, оставляя после себя углеродный след, так или иначе негативно влияющий на окружающую среду. Станции по опреснению морской воды не являются исключением – по технологии производства им требуется огромное количество водных ресурсов для дальнейшей переработки, в процессе которой остается высококонцентрированный солевой раствор, который пагубно влияют на водную среду [3]. Зачастую подобным экологическим аспектом сильно пренебрегают при размещении предприятия вблизи городской среды, сбрасывая отработанный рассол обратно в акваторию, значительно ее осолоняя. В черте города прибрежные территории страдают от комплексной антропогенной нагрузки, а дополнительное загрязнение в виде осолонения может стать критическим для экосистемы и санитарно-эпидемиологической обстановки населенного пункта.

– *Санитарные разрывы*. Несмотря на то, что опреснительные станции относятся к относительно «чистым» производствам с минимальным загрязнением окружающей среды за счет применения современных методов опреснения таких, как обратный осмос, предприятия становятся значительным источником шума, работая в диапазонах частот, пагубно влияющих на психоэмоциональное состояние человека, что также зачастую остается без внимания [4]. Также существует риск загрязнения в связи с хранением реагентов, необходимых для работы предприятия. Жизненно необходимо соблюдать санитарные разрывы между такими предприятиями и населенным пунктом, которые проблематично организовать в условиях городской среды.

Дистанция между опреснительными предприятиями и населенным пунктом все чаще становится предметом для дискуссий в строительной отрасли [5]. Мировой опыт сформировал три типовых сценария расположения подобных предприятий относительно городской черты:

- *Ближайшая зона (0-5 км от города)*. Такая дистанция характерна для заводов, построенных довольно давно, а город в ходе своего естественного развития «догнал» их, либо в ситуации с изначально ограниченной территорией под застройку. Поскольку современные тенденции в архитектуре подчинены устойчивому развитию с вектором в сторону энергоэффективных технологий – промышленные здания старого фонда перестают соответствовать таким требованиям. Сложившаяся ситуация пагубно влияет на прибрежную территорию и становится предметом жестких дискуссий в мировом сообществе. Решением проблемы может стать перенос промышленного предприятия за территорию населенного пункта, либо глубокая модернизация производства, однако стоимость модернизации при условии непрерывности процесса опреснения значительно выше, что является серьезным препятствием для начала работ. Примером такого расположения может стать завод по опреснению воды в Сингапуре, расположенном практически в городской черте (рис.1).

Рис.1. Опреснительный завод в Сингапуре в ближайшей к городу зоне.

- Средняя зона (10-30 км от города). Согласно мировому опыту, такая дистанция является наиболее оптимальной для размещения промышленного предприятия относительно черты города. Это обусловлено удобством для проведения инженерных сетей, логистики готового продукта, а также удовлетворительной транспортной доступностью одновременно с безопасным расположением предприятия относительно городской среды. Примером служит крупнейший в мире опреснительный завод с технологией обратного осмоса в Ашкелоне (Израиль), находящийся в 15 км от города (рис.2).

Рис.2. Расположение промышленного здания в средней зоне относительно города.

Дальняя зона (50 и более км от города). Такие расстояния используются довольно редко, поскольку на такое расстояние от города прокладывать инженерные сети экономически не выгодно. К таким решениям прибегают в условиях, когда предприятие обеспечивает водой сразу несколько отдельных поселков, либо в густонаселенных городах островной части мирового океана, где подобные предприятия образуют целые промышленные острова. При решении расположить промышленное здание на расстоянии 50 и более км от города, следует обеспечить работников предприятия жильем и организацией вахтовой инфраструктуры. Примером такого расположения служит завод по опреснению воды в Хайнане (Китай), находящийся на отдельном острове (рис.3).

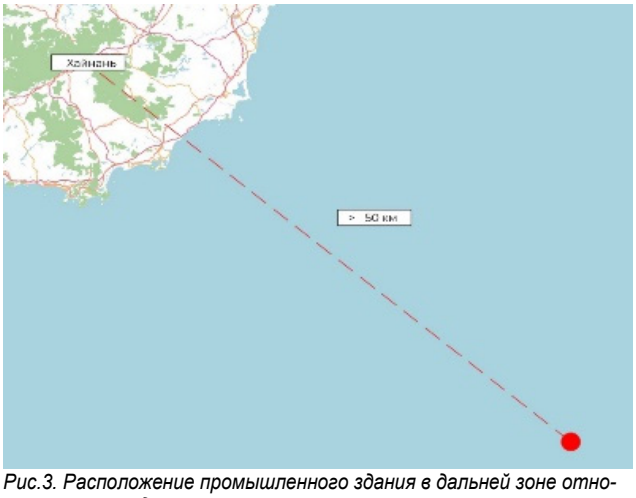


Рис.3. Расположение промышленного здания в дальней зоне относительно города.

Слишком близкое расположение опреснительного завода к городской черте может пагубно сказаться на развитии города и жизнедеятельности горожан, а также в значительной мере негативно повлиять на экологию прибрежных территорий. Однако, слишком большое расстояние от селитебной территории населенного пункта до предприятия также нерационально как с точки зрения инженерных коммуникаций и логистики, так и с точки зрения транспортной доступности.

При расположении предприятия в оптимальной зоне (10-30 км от города) предприятие может стать новой точкой притяжения и развития территории. Вокруг начнут появляться дороги и логистические центры, что положительно скажется на развитии города – инфраструктура будет развиваться самостоятельно.

Универсальным решением для вышеперечисленных сценариев является расположение промышленного предприятия вблизи городской среды, скрытой от предприятия естественным прибрежным горным рельефом. Применяя такое решение, появляется возможность расположения завода по опреснению морской воды в ближайшей зоне к городу, сводя к минимуму пагубное влияние на окружающую среду, поскольку глубокая изрезанность прибрежной зоны будет препятствовать распространению отработанного рассола вдоль акватории, а течения будут вымывать его обратно в море. Гористая местность характерна для прибрежных городов побережья Крыма, предприятие будет «ограждено» естественным щитом, а минимальное расстояние от черты города станет экономически выгодным для прокладки инженерных сетей, а также организации логистики и транспортной доступности обслуживающему персоналу. Ко всему прочему подобное расположение предприятия стратегического назначения относительно города станет безопасным при возникновении чрезвычайных ситуаций техногенного характера, а также различного рода террористических угроз. Примером такого размещения может стать проект опреснительного предприятия в городе Судаке (Крым), где предприятие располагается в непосредственной близости от города, одновременно скрытого от него естественным горным образованием – мысом Алчак (рис.4).

Рис.4. Проект опреснительного завода в городе Судаке, республика Крым

Таким образом, оптимальное градостроительное размещение предприятия по опреснению морской воды относительно селитебной зоны населенного пункта, может сыграть важную роль в жизни города. Совокупность грамотного решения серии задач градостроительного плана, экологии, экономики, а также логистики и транспортной доступности даст возможность безопасного и экономически выгодного расположения опреснительного завода в ближайшей зоне к городу *(0-5 км от города).*

Литература

1. Николаев И.С. Промышленные предприятия в городах: Размещение, планировка, благоустройство: Учеб. пособие для архитектурных вузов и фак. М.: Стройиздат, 1965. 272 с.
2. Medda F., Nijkamp P., Rietveld P. Urban Industrial Relocation: The Theory of Edge Cities // Environment and Planning B. 1999. Vol. 26. Issue 5. P.751-761.
3. Слесаренко В.Н. Дистилляционные опреснительные установки. Изд. Энергия. 1980г. 244 с.
4. Архипов Л.И., Хомченко Н.В. Опреснительные установки: учебное пособие. М. : Изд-во МЭИ, 2004. 32 с.
5. Бурганов А.Д. Модель взаимодействия промышленной и селитебной зон в городах-заводах. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2025. Том 27. №3. С. 75-87. https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-3-75-87

Placement of an industrial enterprise in relation to the urban environment using the example of a seawater desalination station.

Luzhanskaya A.S., Gazizov T.K.
Moscow State University of Civil Engineering

JEL classification: L61, L74, R53

The purpose of this study is to identify the key urban planning requirements for the placement of an industrial facility relative to the urban environment, using a seawater desalination plant as an example. The article examines factors influencing site selection, including environmental impacts on coastal waters, sanitary breaks, noise pollution, transport accessibility, utilities, and finished product logistics. Special attention is given to international experience in locating desalination plants in the immediate, middle, and distant zones relative to city limits. A comparative analysis substantiates the feasibility of selecting the optimal site, taking into account the natural topography, economic efficiency, and safety of the urban environment. A conclusion is drawn regarding the optimal location of the design solution relative to the urban environment and the importance of its location on the selected site.
Keywords: industrial building, location, remoteness, environmental impact, production technology.

References

1. Nikolaev I.S. Industrial Enterprises in Cities: Location, Layout, Improvement: A Textbook for Architectural Universities and Faculties. Moscow: Stroyizdat, 1965. 272 p.
2. Medda F., Nijkamp P., Rietveld P. Urban Industrial Relocation: The Theory of Edge Cities // Environment and Planning B. 1999. Vol. 26. Issue 5. P. 751-761.
3. Slesarenko V.N. Distillation Desalination Plants. Energy Publishing House. 1980. 244 p.
4. Arkhipov L.I., Khomchenko N.V. Desalination Plants: A Textbook. Moscow: MPEI Publishing House, 2004. 32 p.
5. Burganov A.D. A Model of Interaction between Industrial and Residential Zones in Industrial Cities. Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. 2025. Vol. 27. No. 3. Pp. 75–87. https://doi.org/10.31675/1607-1859-2025-27-3-75-87

Влияние образовательных концепций на формирование образовательной среды в рамках альтернативных методик

Осипова Софья Владимировна
Магистрант, НИУ МГСУ «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», megojamp@gmail.com

В современном мире все чаще применяются альтернативные методики школьного образования, что оказывает непосредственное влияние на формирование образовательной среды. В данной статье приведены общие сведения о наиболее распространенных нестандартных системах обучения: Вальдорфской школе, Демократической школе, методике Реджио Эмилия и Финской школе. В качестве объектов для анализа взяты примеры из отечественного и зарубежного опыта создания образовательных учреждений в период нач. XX в. - нач. XXI в. В результате были выявлены зависимости организации образовательной среды от выбранной образовательной методики; определены схожие принципы в рассмотренных системах: свобода выбора, междисциплинарность, практико-ориентированность, ключевая роль окружающей среды, проектный подход; и установлены взаимосвязи с наиболее распространенными пространственными решениями: разномасштабными и разноуровневыми функциональными зонами различной конфигурации, специализированными кабинетами, использованием натуральных материалов, озеленения и витражного остекления.

Ключевые слова: образовательные учреждения, альтернативные образовательные методики, школьные здания, планировочные решения, образовательная среда.

Введение.

В настоящее время в России и в мире наблюдается рост интереса к альтернативным системам школьного образования со стороны родителей обучающихся, педагогов, психологов и экспертов образования. Это связано с глобальными причинами, такими как: отставание традиционных образовательных систем от социально-экономических тенденций современности в связи с постоянными изменениями потребностей на рынке труда, появление и развитие дистанционных технологий, общедоступность информации благодаря распространению интернет-сети, а также индивидуальными потребностями и особенностями детей, требованиями их родителей.

Однако, в данном контексте важно рассматривать не только педагогическую сторону вопроса, все больше специалистов обращают внимание на то, какую роль играет среда, в которой ребенок обучается, на развитие его личности и непосредственно на результаты образования. В данной статье рассматривается зависимость организации образовательной среды от реализуемой образовательной методики на примере отечественного и зарубежного опыта проектирования школ.

Теоретическая часть представляет собой обзор литературы по набирающим популярность альтернативным системам получения школьного образования: Вальдорфская школа, Демократическая школа, методика Реджио Эмилия и Финская школа.

Методика исследования включает анализ архитектурно-планировочных и объемно-пространственных характеристик образовательных учреждений, систематизацию и выявление закономерностей между этими особенностями и реализуемыми педагогическими методиками.

Основываясь на статистике, приведенной в исследовании «Waldorf World List» на 2025 год в мире функционируют более 1281 вальдорфской школы в 80 странах (29 из них в России) и 1968 детских садов в более чем 70 странах (20 из них в России) [1]. Первая школа по данной методике была основана Рудольфом Штайнером в 1919 г. при фабрике Вальдорф-Астория [2]. Основным принципом Вальдорфской школы стало развитие «духа», «разума» и «тела» в контексте антропософии, которое воплощалось в: возрастно-содержательной ориентированности образования; личностно-менторской роли учителя; отказе от оценочной системы; внедрении ремесленной составляющей в процесс обучения; преподавании предметов «эпохами»; оздоровительно-терапевтическая ориентированности образования; совершенствовании методик преподавания путем проведения советов учителей и участия учеников в управлении школой [2, 3].

Одним из первых примеров реализации антропософии в архитектуре вальдорфских школ является образовательный комплекс в г. Ставангере, Норвегия (рис. 1а, 1б).

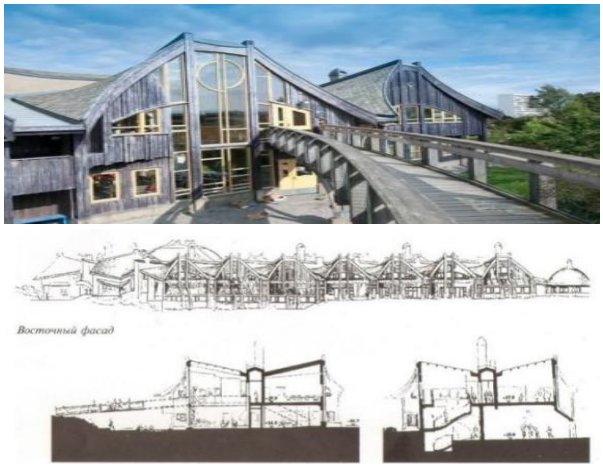


Рисунок 1. а) Внешний вид, б) Восточный фасад. Разрезы. Вальдорфская школа, Ставангер, Норвегия, 1954 г.

Здания гармонично вписаны в ландшафт соединены сетью переходов, которые «превращают природу ... в составную часть интерьера» [4].

При этом, войти в школу можно несколькими способами с разных уровней, попадая в различные функциональные зоны, помимо учебных классов: мастерские с кухней и садом; мастерские с зоной обжига; музыкальный, актовый и спортивный залы (рис. 2).

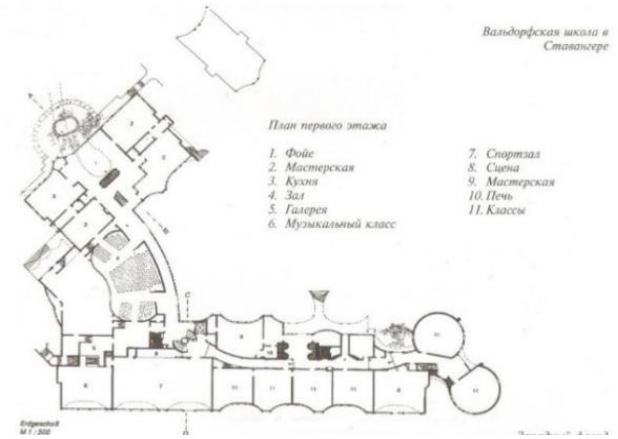


Рисунок 2. План 1-го этажа. Вальдорфская школа, Ставангер, Норвегия, 1954 г.

Современным примером может служить Вальдорфская школа в Найроби, Кения, спроектированная в 2024 году Urko Sanchez Architects. Комплекс зданий школы построен в лесу с использованием натуральных материалов и рассчитан на временное использование [5]. Каждая постройка интегрирована в окружающую среду и позволяет открыто взаимодействовать с ней. Абстрактная и органическая в плане форма дает возможность проводить занятия любого типа, так как естественный свет проникает в учебный класс со всех сторон (рис. 3а, 3б, 3в).

а)

б)

в)

Рисунок 3. а) Внешний вид; б) Схема комплекса; в) План учебного класса. Вальдорфская школа, Найроби, Кения 2024 г.

Другой популярной образовательной методикой является так называемая Демократическая школа. Данная концепция сформировалась в рамках «воспитания демократической гражданственности», которое подразумевает расширение возможностей детей «осуществлять и защищать свои демократические права и ответственность в обществе, ценить многообразие и играть активную роль в демократической жизни» [6]. Эти общие принципы интерпретируются и реализуются в рамках различных образовательных учреждений по всему миру.

Одной из самых известных школ, реализующих демократическое образование, является Школа Саммерхилл, расположенная в здании исторического поместья, которая была основана в 1927 году в Лейстоне, Англия. В систему обучения А. Нилл заложил три основных принципа – ответственность, самостоятельность и свободу выбора: дети каждый день не только выбирают направление собственного образования и развития своей личности, но и примеряют на себя роли управленческого аппарата школы, обсуждают и принимают решения на общешкольных собраниях. Таким образом их решения влияют как на их собственный путь, так и на все школьное сообщество, что учит детей нести ответственность за свои поступки и их последствия, заставляет интегрироваться в общество [7].

Для осуществления этой теории на территории школы в 12 акров организованы: пространства для езды на велосипедах, кемпинга, отдыха и игр на природе, летние домики, скалодром, бассейн, теннисный корт, спортивные площадки для командных игр и т.д. [8]. Кроме уличных занятий для учеников всегда доступны специализированные классы и открытые пространства для общения и собраний.

В России самой известной школой, придерживающейся демократической концепции в обучении, можно назвать «Школу самоопределения № 734 имени А. Н. Тубельского» в Москве. Она была основана в 1970 г. и уже тогда обучение определялось принципами демократии и свободы, а с 1985 г. с появлением школы А.Н. Тубельского окончательно сформировалась образовательная парадигма: индивидуальный план обучения; междисциплинарность; самоопределение и поиск собственного «Я»; практико-ориентированное обучение; проектный подход к обучению [9]. Эта концепция реализовывалась в стенах типовой школы 65-426/1, пространство которой было адаптировано под творческие мастерские и театральные постановки, до 2007 года, пока не были упразднены ее ключевые принципы.

Следующая альтернативная образовательная система, получившая широкое распространение, - методика Реджио Эмилия. Она основана на идеях школы Монтессори, Л. Выготского, переработанных Лорисом Малагуцци [10]. Многие из основных принципов данной концепции ориентированы на организацию образовательного пространства: свободное и вариативное развитие ребенка; междисциплинарность; проектный подход к обучению; роль учителя-помощника; выделение различных зон для всестороннего обучения, объединённых центральным пространством; гибкая и доступная среда; ателье – пространство с доступным инструментарием и материалами для исследования и создания; ключевая роль окружающей среды в обучении [10, 11].

Одним из современных примеров, спроектированных на основе принципов реджио-подхода, является Школа в Эль-Энсинар-де-лос-Рейес, Мадрид, Испания. Внешний облик здания с его разнообразными и нетрадиционными фасадными решениями предвосхищает его внутреннее творческое наполнение (рис 4а, 4б).

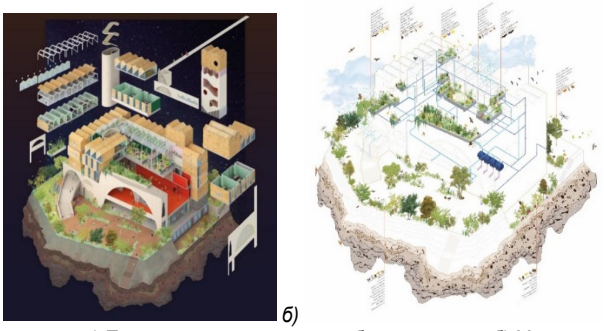
а)

б)

Рисунок 4. а) Внешний вид, б) Интерьер. Школа в Эль-Энсинар-де-лос-Рейес, Мадрид, Испания, 2023 г.

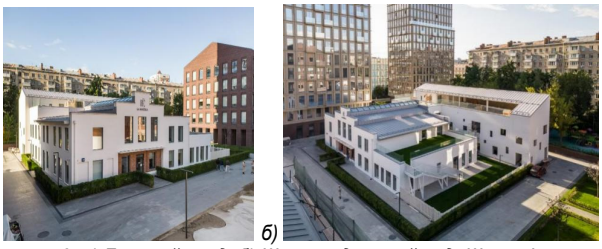
Данная школа представляет собой многоуровневую систему, состоящую из взаимосвязанных пространств, каждое из которых предназначено раскрывать потенциал ребенка. Учебные зоны распределены по возрастам по вертикали: начиная с первого этажа для младших детей, и, заканчивая пятым этажом, - для старших. Таким образом ученики постепенно погружаются в сложный и разнообразный школьный мир, который представлен: большим открытым пространством на втором этаже, предназначенным как для спортивных занятий, так и для сборов школьного совета; открытыми инженерными коммуникациями, демонстрирующими функциональные особенности здания; разноуровневыми садами и оранжереей, где могут жить насекомые и птицы, системами по очистке почвы и воды (рис. 5а, 5б) [12].

Интересным проектом, основанным на собственной образовательной концепции, которая отражает принципы Реджио-методики, является частный образовательный центр, объединивший детский сад и начальную школу, La Berezka Academy, построенный в Москве в 2023 году по проекту ED Architecture (рис. 6а, 6б).



а) б)

Рисунок 5. а) Пространственное разнообразие школы, б) Местная экосистема школы в Эль-Энсинар-де-лос-Рейес, Мадрид, Испания, 2023 г.



а) б)

Рисунок 6. а) Главный вход, б) Школа и детский сад. Школа La Berezka Academy, Москва, Россия, 2023 г.

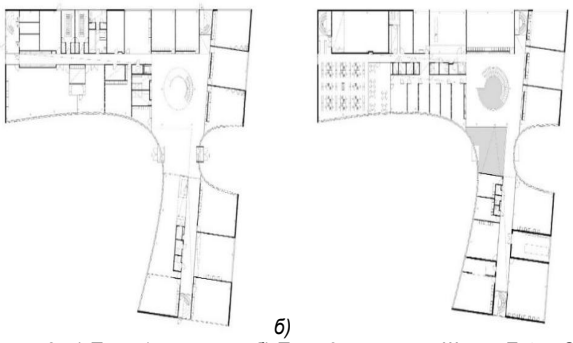
Сооснователем и идейным вдохновителем образовательного пространства La Berezka Academy стал И. Нафиков, основавший Heritage International School [13, 14]. Школа придерживается принципов: индивидуального подхода к обучению каждого ребенка, восприятия окружающей среды как обучающего фактора, проектно-творческого подхода к развитию навыков и умений ребенка [15]. Само пространство школы специально выполнено максимально нейтральным и, в то же время, каждый его элемент является интерактивным, в интерьерные решения интегрированы растительные элементы, игровые комнаты и классы могут трансформироваться под определенные задачи, даже на кровле организованы игровые террасы и площадки [15].

Последняя образовательная концепция – это Финская школа, которая основана на "индивидуализации и внутренней дифференциации" учебного процесса, что позволяет учитывать, как способности, так и особенности каждого ребенка, направляя их в его пользу [16]. Методика создана на переработанных идеях теории Л.С. Выготского, а также на общей концепции "государства благосостояния". Она содержит как общие, так и более конкретные образовательные принципы такие как: саморегуляция и самоорганизация школьника; принцип интеграции; отсутствие деления предметов на основные и дополнительные; индивидуализация заданий и оценивания; ориентация на реальные жизненные навыки; возможность каждого преподавателя выбирать наиболее подходящую методику, соответствующую общим целям; междисциплинарность; феномено-ориентированность [16].

Так как данная концепция носит глобальный характер, то по всей стране построено множество школ, соответствующих ее принципам, – среди них особенно выделяется флагманский проект Школы Enter в Сипоо, созданный бюро K2S Architects в 2007 году. Здание впервые объединило под своей крышей среднюю школу и IT-колледж, позволив детям дополнительно получить среднее профессиональное образование [17]. Фасады двухэтажной школы представлены сплошным панорамным остеклением, что поддерживает связь внутреннего и внешнего образовательного пространства и способствует наибольшему проникновению естественного света [17] (рис. 7).

Рисунок 7. Школа Enter, Сипоо, Финляндия, 2007 г.

Планировочные особенности здания: трансформируемые классы; стеклянные перегородки, разделяющие зоны и помещения; двухсветные открытые пространства; центральный атриум (рис. 8а, 8б).



а) б)

Рисунок 8. а) План 1-го этажа, б) План 2-го этажа. Школа Enter, Сипоо, Финляндия, 2007 г.

Более современным примером можно назвать школу Monio, построенную в Туусуле в 2023 году и объединившую среднюю школу и культурный центр. Само здание построено в традициях финской деревянной архитектуре, что является отражением окружающего контекста [18]. Школа представляет собой многоуровневый и разномасштабный комплекс с несколькими актовыми залами, многосветными пространствами, открытыми рекреациями, малыми и большими учебными классами, комнатами для репетиций (рис. 9а, 9б).

а) б)

Рисунок 9. а) Внешний вид, б) План 1-го этажа. Школа Monio, Туусула, Финляндия, 2023 г.

Такое разноплановое решение образовательной среды позволило организовать независимое взаимодействие средней и музыкальной школы, школы искусств и общественного центра района [18].

Результаты и обсуждение.

В результате анализа приведенных примеров были выявлены взаимосвязи между образовательными концепциями и архитектурными решениями здания школ, которые представлены в таблице 1.

Помимо этого, в рассматриваемых методиках были выявлены схожие принципы, пространственные решения и связи между ними (рис. 10).

Таблица 1
Влияние образовательных методик на формирование среды

Школа	№	Наименование, адрес, год	Архитектурно-планировочные и объемно-пространственные решения
Вальдорфская	1	Вальдорфская школа, Ставангер, Норвегия, 1954 г.	Многоуровневая система входов; помещения практико-ориентированного назначения; интеграция внутреннего и внешнего пространства; учебные помещения нестандартной формы
	2	Вальдорфская школа в Найроби, Кения, 2024 г.	Интеграция комплекса учебных пространств в окружающую среду; учебные помещения нестандартной формы
Демократическая	3	Школа Саммерхилл, Лейстон, Англия, 1927 г.	Адаптация здания викторианской эпохи; разнообразное функциональное наполнение территории; открытые зоны собраний внутри школы
	4	«Школу самоопределения № 734 имени А. Н. Тубельского, Москва, Россия, 1970 г.	Адаптация типового проекта школы 65-426/1 под пространства для творчества и театральной деятельности
Реджио Эмилия	5	Школа в Эль-Энсинар-де-лос-Рейес, Мадрид, Испания, 2023 г.	Разномасштабные учебные зоны; открытое общественное пространство для сборов и занятий; сады и оранжереи с насекомыми и птицами; открытые инженерные коммуникации и обслуживающие системы; нестандартное фасадное решение
	6	Школа La Berezka Academy, Москва, Россия, 2023 г.	Интеграция растительных элементов; нейтральный интерьер; трансформируемые и интерактивные учебные зоны; площадки для игр на кровле
Финская	7	Школа Enter, Сипоо, Финляндия, 2007 г.	Разномасштабные учебные зоны; атриумные и рекреационные пространства; трансформируемые учебные классы; сплошное остекление фасадов и витражное остекление кабинетов; нейтральный интерьер
	8	Школа Monio, Туусула, Финляндия, 2023 г.	Многофункциональные учебные зоны разного масштаба; многосветные атриумы и рекреации; трансформируемые учебные классы; совмещение средней школы, музыкальной студии, изо-студии и общественного центра в одном здании

Выводы (заключение). Можно сделать следующие выводы. Во-первых, проанализированные альтернативные образовательные методики имеют схожие черты, которые находят аналогичные пути реализации в планировочной структуре учреждения. Это говорит не только о формировании общей новой альтернативной тенденции в образовании, но и, как следствие, о появлении новых форм реализации этих тенденций в рамках архитектуры. Во-вторых, рассмотренные концепции имеют различную степень распространения и принятия, что, в свою очередь, влияет на количество создаваемых специально под них образовательных пространств, что дает возможность архитекторам свободно использовать принципы одних методик для создания уникальных образовательных объектов, когда как для других – получить реализацию в объемно-планировочных или хотя бы интерьерных решениях намного сложнее. В-третьих, не редким является использование существующих зданий путем расширения функционала имеющихся помещений, использования окружающего контекста и универсализации пространств, что говорит об адаптации пространства к новым образовательным тенденциям.

Таким образом, на основе проведенного анализа, можно утверждать, что существует прямая зависимость образовательной среды (архитектурно-планировочных и объемно-пространственных решений здания школы) от реализуемой в ее стенах образовательной методики.

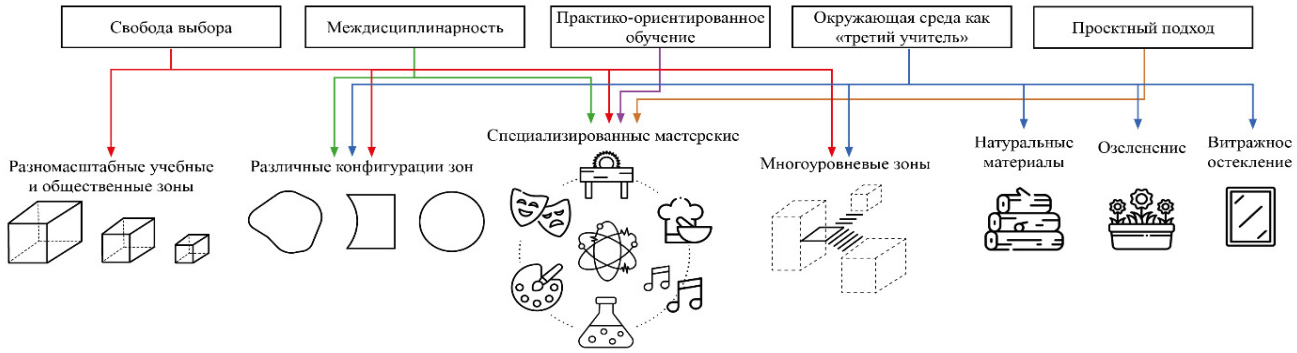


Рисунок 10. Схема взаимосвязей принципов и пространственных решений

Литература

1. Waldorf World List: Directory of Steiner-Waldorf Schools, Kindergartens and Teacher Education Centers worldwide 2025 / Freunde der Waldorf-Erziehung. [Электронный ресурс]. URL: https://www.freunde-waldorf.de/en/waldorf-worldwide/waldorf-education/waldorf-world-list/ (дата обращения: 22.03.2026).
2. Калашников И.А. Вальдорфская школа: к осмыслению педагогических идей и опыта // Электронное научное издание «Альманах Пространство и Время». 2018. Т. 16. № 1-2. С. 9.
3. Козликов Р.А. Современная вальдорфская школа // Национальная Ассоциация Ученых. 2020. № 60-1 (60). С. 13-15.
4. Соколина, А. Архитектура и антропософия. Москва: Издательство КМК, 2001. 268 с.
5. Nairobi Waldorf School / Urko Sánchez Architects // ArchDaily. [Электронный ресурс]. URL: https://www.archdaily.com/1025737/nairobi-waldorf-school-urko-sanchez-architects (дата обращения: 22.03.2026);
6. Хартия Совета Европы о воспитании демократической гражданственности и образовании в области прав человека [Электронный ресурс]. URL: https://www.coe.int/ru/web/compass/council-ofeurope-charter-on-education-for-.democratic-citizenshipand-human-rights-education (дата обращения: 22.03.2026);
7. Рожкова З.И. Образование для демократии или демократическое образование? // Политика и Общество. 2020. С.39-49.
8. Summerhill School: официальный сайт Школы Саммерхилл. [Электронный ресурс]. URL: https://www.summerhillschool.co.uk/a-sneill/ (дата обращения: 22.03.2026)
9. Кетова Э.В. Технология авторской школы самоопределения (А.Н. Тубельский) // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2015. № 3 (27). С.144-146.
10. Хазиахметова Е.В., Ахтямов И.И., Ахтямова Р.Х. Принципы организации архитектурного пространства школы на основе педагогической методики Реджио Эмилия // Архитектура и современные информационные технологии. 2019. № 3 (48). С. 148-163.
11. Симонова М.Ф., Ненашева О.В. Педагогика Reggio Emilia: идеи Лориса Малагуцци и их применение в образовании // Поволжский вестник науки. – 2025. – № 3(37). С. 69-71.
12. Office for Political Innovation: Официальный сайт международной архитектурной компании Andrés Jaque. [Электронный ресурс]. URL: https://officeforpoliticalinnovation.com/ (дата обращения: 22.03.2026);
13. Reggio Emilia // La Berezka: блог. [Электронный ресурс]. URL: https://laberezka.com/blog/education/reggio-emilia (дата обращения: 22.03.2026);
14. Heritage School. [Электронный ресурс]. URL: https://heritageschool.ru/ (дата обращения: 22.03.2026);
15. Детский сад La Berezka // EdDesign Mag. [Электронный ресурс]. URL: https://eddesignmag.com/detskij-sad-la-berezka/ (дата обращения: 22.03.2026);
16. Загвоздкин В.К. Реформа школьной системы и оценка качества школ в Финляндии. М., 2011. 64 с.
17. Как нам обустроить школу? // Archi.ru –архитектура и дизайн. [Электронный ресурс]. URL: https://archi.ru/russia/62002/kak-nam-obustroit-shkolu (дата обращения: 22.03.2026);
18. Monio High School and Cultural Center / AOR Architects // ArchDaily: сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.archdaily.com/1029729/monio-high-school-and-cultural-center-aor-architects (дата обращения: 22.03.2026).

The Impact of Educational Concepts on the Development of the Educational Environment within the Framework of Alternative Methods

Osipova S.V.
National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

In the modern world, alternative school education methods are increasingly being used, which directly influences the development of the educational environment. This article provides general information about the most common non-standard educational systems: Waldorf School, Democratic School, Reggio Emilia Method, and Finnish School. The analysis focuses on examples from domestic and international experience in the creation of educational institutions from the early 20th to the early 21st centuries. As a result, the dependence of the educational environment on the chosen educational method was identified; similar principles were identified in the systems under consideration: freedom of choice, interdisciplinarity, practice-oriented approach, the key role of the environment, and a project-based approach; and connections were established with the most common spatial solutions: multi-scale and multi-level functional zones of various configurations, specialized classrooms, the use of natural materials, landscaping, and stained glass.

Keywords: educational institutions, alternative educational methods, school buildings, planning solutions, educational environment.

References

1. Waldorf World List: Directory of Steiner Waldorf Schools, Kindergartens, and Teacher Education Centers worldwide 2025 / Freunde der Waldorf Erziehung. [Electronic resource]. URL: https://www.freunde-waldorf.de/en/waldorf-worldwide/waldorf-education/waldorf-world-list/ (accessed: 22.03.2026).
2. Kalashnikov I.A. Waldorf School: Toward an Understanding of Pedagogical Ideas and Experience // Electronic scientific publication "Almanac Space and Time". 2018. Vol. 16. No. 1-2. P. 9.
3. Kozlikov R.A. Modern Waldorf School // National Association of Scientists. 2020. No. 60-1 (60). P. 13-15.
4. Sokolina, A. Architecture and Anthroposophy. Moscow: KMK Publishing House, 2001. 268 p.
5. Nairobi Waldorf School / Urko Sánchez Architects // ArchDaily. [Electronic resource]. URL: https://www.archdaily.com/1025737/nairobi-waldorf-school-urko-sanchez-architects (accessed: 22.03.2026);
6. Council of Europe Charter on Education for Democratic Citizenship and Human Rights Education [Electronic resource]. URL: https://www.coe.int/ru/web/compass/council-ofeurope-charter-on-education-for-.democratic-citizenshipand-human-rights-education (accessed: 22.03.2026);
7. Rozhkova, Z.I. Education for democracy or democratic education? // Politics and Society. 2020. pp. 39-49.
8. Summerhill School: official website of Summerhill School. [Electronic resource]. URL: https://www.summerhillschool.co.uk/a-s-neill/ (date of access: 03/22/2026)
9. Ketova E.V. Technology of the author's school of self-determination (A.N. Tubelsky) // Bulletin of the Shadrinsk State Pedagogical Institute. 2015. No. 3 (27). pp. 144-146.
10. Khaziakhmetova E.V., Akhtyamova I.I., Akhtyamova R.Kh. Principles of organizing the architectural space of a school based on the pedagogical methodology of Reggio Emilia // Architecture and modern information technologies. 2019. No. 3 (48). pp. 148-163.
11. Simonova, M.F., Nenasheva, O.V. “Reggio Emilia Pedagogy: Loris Malaguzzi’s Ideas and Their Application in Education.” Povolzhsky Vestnik Nauki, no. 3(37), 2025. pp. 69–71.
12. Office for Political Innovation: Official website of the international architectural firm Andrés Jaque. [Electronic resource]. URL: https://officeforpoliticalinnovation.com/ (accessed on March 22, 2026);
13. Reggio Emilia. La Berezka: blog. [Electronic resource]. URL: https://laberezka.com/blog/education/reggio-emilia (accessed on March 22, 2026);
14. Heritage School. [Electronic resource]. URL: https://heritageschool.ru/ (accessed on March 22, 2026);
15. La Berezka Kindergarten // EdDesign Mag. [Electronic resource]. URL: https://eddesignmag.com/detskij-sad-la-berezka/ (accessed on March 22, 2026);
16. Zagvozdkin V.K. School System Reform and School Quality Assessment in Finland. Moscow, 2011. 64 p.
17. How Should We Equip a School? // Archi.ru – architecture and design. [Electronic resource]. URL: https://archi.ru/russia/62002/kak-nam-obustroit-shkolu (accessed on March 22, 2026);
18. Monio High School and Cultural Center / AOR Architects // ArchDaily: website. [Electronic resource]. URL: https://www.archdaily.com/1029729/monio-high-school-and-cultural-center-aor-architects (accessed: 22.03.2026).

Особенности восприятия масштаба городской застройки на примере панельной массовой жилой застройки 1970-х годов

Рощин Максим Константинович
аспирант, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),
roshchin_maksim@mail.ru

В статье рассматриваются особенности восприятия городской застройки на примере многосекционных девятиэтажных панельных домов, возведённых в Москве в 1970-е годы и до настоящего времени широко представленных в пределах МКАД. Исследование исходит из того, что этот тип жилых зданий почти не участвует в формировании выразительных дальних панорам современного города, поскольку в крупномасштабном визуальном ряду его вытесняют более высокие и композиционно активные объекты последних десятилетий. Однако в повседневной городской жизни девятиэтажная панельная застройка продолжает играть заметную роль, так как именно она составляет значительную часть среды, воспринимаемой человеком при движении по дворовым территориям, локальным улицам и жилым массивам. На основании проведённого анализа делается вывод, что значение этой застройки определяется не её силуэтной выразительностью, а частотой присутствия в зрительном опыте жителей.

Ключевые слова: массовая панельная застройка, девятиэтажные жилые дома, Москва, городской масштаб, визуальное восприятие, фасадная модернизация, жилая среда.

Введение

Массовая жилая застройка индустриального периода по-прежнему занимает значительное место в пространственной структуре Москвы. Для многих районов внутри МКАД именно она остаётся основным материальным фоном повседневной жизни, несмотря на активное строительство последних десятилетий, изменение силуэта города и постепенное усложнение его морфологии. Особенно заметны в этом отношении многосекционные девятиэтажные панельные дома, получившие широкое распространение в 1970-е годы. (рис. 1).

Рис.1 Архитектурная среда типовых кварталов 1970-х гг.

Сегодня эти здания находятся в своеобразном промежуточном положении. С точки зрения панорамного образа современной Москвы они редко воспринимаются как значимые композиционные ориентиры. Их высота и пластическая сдержанность не позволяют им конкурировать с новыми жилыми комплексами, башенными доминантами и крупными общественными объектами. Но в пределах жилых районов ситуация иная: девятиэтажные дома продолжают формировать дворы, внутриквартальные пространства, локальные фронты застройки и привычные маршруты ежедневного передвижения.

В этом состоит основное противоречие, которое и определяет исследовательский интерес к теме. Архитектурная значимость объекта далеко не всегда совпадает с его панорамной заметностью. Для типовой жилой застройки решающим может быть не доминирование в дальних видах, а постоянное присутствие в зрительном поле горожан. Именно поэтому многосекционные девятиэтажные панельные дома целесообразно рассматривать не только как часть жилого фонда, но и как устойчивый элемент восприятия городской среды.

Актуальность исследования связана с несколькими обстоятельствами.

Во-первых, рассматриваемый тип застройки по-прежнему широко представлен в Москве.

Во-вторых, вопросы обновления позднесоветского жилого фонда всё чаще выходят за пределы технической повестки и затрагивают архитектурное качество среды.

В-третьих, визуальное состояние таких домов влияет не на отдельные фрагменты города, а на большие территории городской среды.

Цель статьи — показать, что многосекционные девятиэтажные панельные дома 1970-х годов преимущественно воспринимаются в ближнем и среднем диапазоне, тогда как в дальнем восприятии они, как правило, не играют ведущей композиционной роли. Одновременно ставится

задача объяснить, почему даже при отсутствии доминантного значения эта застройка остаётся важным объектом зрительного внимания и почему её фасадное состояние требует системного профессионального подхода.

Для достижения этой цели решаются следующие задачи: определить место девятиэтажных панельных домов в структуре массового жилищного строительства Москвы; рассмотреть понятие масштаба применительно к повседневному восприятию жилой среды; проследить различия между ближним, средним и дальним ракурсами восприятия; установить связь между плотностью распространения рассматриваемой застройки и её визуальной ролью; обосновать необходимость фасадной модернизации как одного из инструментов улучшения сложившейся городской среды.

Научная новизна исследования состоит в рассмотрении девятиэтажной панельной застройки 1970-х годов как особого носителя городского масштаба, значимость которого определяется не силуэтной доминантностью, а высокой повторяемостью, визуальной неизбежностью и интенсивностью присутствия в повседневной среде.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования её результатов при разработке подходов к архитектурной модернизации сложившейся жилой застройки, подготовке фасадных решений в рамках капитального ремонта и оценке визуального качества районной среды в Москве.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выбраны многосекционные девятиэтажные панельные жилые дома 1970-х годов, расположенные в пределах Москвы внутри МКАД. Предмет исследования составляют особенности их визуального восприятия в структуре городской застройки и их участие в формировании того масштаба среды, который ежедневно воспринимается жителями.

В работе использовано несколько взаимодополняющих подходов. Историко-типологический анализ дал возможность рассмотреть девятиэтажные панельные дома как определённый этап развития массового жилищного строительства и уточнить причины их широкого распространения в Москве 1970-х годов. Морфологический анализ позволил оценить положение этого типа застройки в современной структуре города и понять, каким образом он соотносится с более поздними и более масштабными градостроительными образованиями.

Центральное место в исследовании занимает визуально-пространственный анализ. При его проведении были условно выделены три уровня восприятия. Первый — ближний, когда здание воспринимается в непосредственном контакте и особое значение приобретают фасад, входная зона, ритм проёмов, состояние наружных поверхностей. Второй — средний, когда в поле зрения попадает уже не один дом, а группа корпусов, дворовое пространство, локальная улица или межквартальный проход. Третий — дальний, где дом рассматривается как часть панорамы района и сопоставляется с другими доминантными элементами городской среды. Подобное деление не носит жёстко метрического характера, но оказывается продуктивным для архитектурного анализа, так как соответствует различным сценариям городского восприятия.

Дополнительно были рассмотрены нормативные и стратегические документы, связанные с качеством городской среды, развитием жилой застройки и капитальным ремонтом. Это необходимо для того, чтобы связать теоретические наблюдения с практикой архитектурного обновления существующего фонда.

Исследование имеет аналитический характер. Его задача состоит не в составлении исчерпывающего каталога всех зданий рассматриваемого типа, а в выявлении тех закономерностей восприятия, которые позволяют объяснить их современную роль в структуре Москвы.

1. Девятиэтажные панельные дома в структуре массового жилищного строительства Москвы 1970-х годов

Развитие массового жилищного строительства в СССР во второй половине XX века сопровождалось переходом к индустриальным методам возведения зданий, широкому применению типового проектирования и созданию крупных жилых районов, организованных по микрорайонному принципу. Для Москвы этот процесс имел особенно большое значение, поскольку столица стала одной из главных площадок массового внедрения типовых серий. Девятиэтажный панельный дом занял в этой системе весьма устойчивое положение. По сравнению с пятиэтажной застройкой он обеспечивал более высокую плотность жилого фонда, при этом сохранял индустриальную рациональность и не требовал перехода к принципиально иной модели высотного строительства. Многосекционная схема позволяла формировать протяжённые корпуса, адаптировать их к различным конфигурациям участков и использовать как базовый элемент пространственной организации жилого района.

Архитектурный облик таких домов формировался под воздействием ограниченного числа факторов. Секционность, модульность, сдержанная пластика фасада и ограниченность отделочных материалов были прямым следствием логики индустриального производства [1].

Именно это обстоятельство делает девятиэтажную панельную застройку важной для анализа городской среды. Её значение заключается не только в объёме жилого фонда, но и в её способности формировать пространственный фон районов. В отличие от единичных авторских объектов, она действует как массовый и повторяющийся морфологический слой [2]. Поэтому её роль в восприятии города должна рассматриваться не через качества отдельных зданий, а через их суммарный пространственный эффект.

2. Теоретические основания исследования масштаба и восприятия городской среды

Проблема масштаба занимает одно из центральных мест в архитектурной теории. Масштаб является не только объективной характеристикой физических размеров здания, но и результатом зрительного соотнесения объекта с телом человека, окружающей застройкой, шириной пространства, дистанцией восприятия и структурой маршрута. В городском контексте это особенно важно, поскольку один и тот же объект может иметь разное значение в зависимости от того, воспринимается ли он как часть панорамы, как элемент уличного фронта или как непосредственная граница двора.

К. Линч, исследуя образ города, показывает, что человек воспринимает город через устойчивые структурные элементы, формирующие ментальную карту территории [3]. При этом значимыми оказываются не только яркие ориентиры, но и фрагменты среды, через которые человек многократно проходит. Экологический подход Дж. Гибсона также подчёркивает, что зрительное восприятие формируется в процессе активного взаимодействия с пространством, а значит, архитектурная значимость объекта может быть связана не только с его панорамной заметностью, но и с повседневной включённостью в жизненные сценарии [4].

Для анализа девятиэтажной панельной застройки важно разграничить два режима архитектурной значимости.

Первый режим — доминантный. Он связан с дальним восприятием, панорамой, силуэтом и композиционным лидерством объекта. В этом случае здание воспринимается как акцент, выделяющийся среди окружающей среды.

Второй режим — фоновый, но интенсивный. Он проявляется тогда, когда объект не доминирует в панораме, но постоянно присутствует в поле зрения, формирует пространство повседневных маршрутов и задаёт характер непосредственного окружения.

Многосекционные девятиэтажные панельные дома в современной Москве принадлежат преимущественно ко второму режиму. Их архитектурная роль выражается не в создании силуэтной доминанты, а в формировании массового визуального фона, который многократно переживается жителями в ежедневном взаимодействии с городом. Именно поэтому к ним неприменима оценка, основанная только на панорамной выразительности.

Такой подход позволяет иначе взглянуть на архитектурную ценность типовой застройки. В условиях крупного города визуально значимым становится не только исключительное, но и повторяющееся. Повторяемость сама по себе способна формировать устойчивый образ среды, особенно если речь идёт о застройке, через которую проходит значительная часть повседневной жизни.

3. Ближний ракурс: девятиэтажная панельная застройка как среда непосредственного восприятия

Ближний ракурс является основным уровнем повседневного восприятия девятиэтажных панельных домов. В пределах жилых районов человек сталкивается с ними прежде всего как с непосредственной архитектурной оболочкой жизни. На ближней дистанции особенно значимыми становятся качества, которые не считываются в панораме: ритм окон, членение панелей, пластика фасада, цвет, состояние швов, остекление лоджий, характер первых этажей, входные группы, отношение фасада к тротуару и озеленению. Именно здесь возникает повседневное ощущение архитектурного порядка или, наоборот, визуальной фрагментации [5].

Высота девятиэтажного дома в таком восприятии играет двойственную роль. С одной стороны, она достаточно велика, чтобы формировать ощутимую пространственную границу и задавать масштаб двора или локальной улицы. С другой стороны, этот масштаб остаётся психологически читаемым: дом не воспринимается как полностью отчуждённая высотная структура. Благодаря этому девятиэтажная застройка активно участвует в формировании ощущения соразмерности среды, её открытости или замкнутости.

Визуальное качество ближнего восприятия во многом зависит от состояния фасадов. Так как архитектурный язык панельных домов изначально строился на ограниченном наборе средств, любое нарушение композиционной целостности становится особенно заметным. Несогласованное остекление, разные по цвету элементы отделки, фрагментарные ремонты, локальные утепления и стихийные изменения фасада усиливают ощущение неупорядоченности. В то же время даже сдержанный типовой фасад при условии целостности и композиционной дисциплины может восприниматься достаточно спокойно и организованно.

Следовательно, ближний ракурс делает девятиэтажную панельную застройку критически важной для оценки качества повседневной жилой среды. Именно на этом уровне она оказывает прямое влияние на визуальный комфорт и на общее впечатление от района.

4. Средний ракурс: девятиэтажная панельная застройка как морфологический каркас жилого района

Средний ракурс связан с восприятием не одного дома, а группы домов и пространственных отношений между ними. Для многосекционной панельной застройки этот уровень является особенно важным, поскольку именно здесь раскрывается её роль как элемента морфологии жилого района.

На средней дистанции считываются протяжённость фасадных фронтов, повторяемость секций, характер размещения корпусов, глубина дворовых пространств, визуальные коридоры между домами, взаимосвязь застройки и открытых территорий. На этом уровне девятиэтажные дома воспринимаются уже не как отдельные объекты, а как компоненты единой пространственной системы. Их архитектурное воздействие определяется суммарным эффектом повторяемости, а не особенностями конкретного здания.

Именно средний ракурс позволяет понять, каким образом девятиэтажная панельная застройка задаёт районный масштаб. Она формирует характер уличных и внутриквартальных перспектив, определяет ощущение плотности и протяжённости пространства, структурирует поле повседневного движения. В этом смысле панельный дом оказывается не только жилым объектом, но и морфологической единицей, организующей значительную часть городской повседневности.

Следует отметить, что в современной Москве средний ракурс часто становится зоной столкновения различных градостроительных эпох. Здесь позднесоветская панельная среда соседствует с новыми жилыми комплексами, реконструированными общественными пространствами и иными формами современной застройки. В результате визуальный контраст между типовой девятиэтажной архитектурой и новой архитектурой усиливается именно на этом уровне. Если в дальнем ракурсе панельная застройка просто отступает на второй план, то в среднем она остаётся заметной, но начинает восприниматься как морально устаревший фон рядом с более активными и разнообразными фасадными решениями новой застройки.

Таким образом, средний ракурс подтверждает, что девятиэтажные панельные дома остаются одним из основных носителей районного образа, хотя и нуждаются в архитектурной модернизации для более гармоничного включения в современную городскую среду.

5. Дальний ракурс: утрата доминантной роли и поглощение новой застройкой

В дальнем восприятии архитектурные объекты оцениваются прежде всего по их участию в панораме и силуэте города. На этом уровне визуальное значение получают наиболее высокие, композиционно активные и формообразовательно выразительные элементы. Для девятиэтажной панельной застройки современная Москва создаёт условия, при которых её роль как панорамного акцента становится минимальной.

Новая застройка, появившаяся в столице в конце XX — начале XXI века, во многих случаях отличается большей этажностью, более сложной объёмно-пространственной композицией, разнообразием отделочных материалов и повышенной фасадной активностью. В результате именно она формирует современные визуальные доминанты и становится заметной в дальних видах. Девятиэтажные дома, напротив, не обладают достаточной высотой и силуэтной выразительностью, чтобы конкурировать с этими новыми объектами.

В таких условиях они оказываются поглощёнными более сложным морфологическим контекстом. Это поглощение не означает физического исчезновения или функциональной незначимости. Речь идёт о потере ведущей композиционной роли в панораме. Девятиэтажная застройка включается в дальнее восприятие как часть фонового слоя и перестаёт быть носителем дальнего образа района.

Эта закономерность имеет принципиальное значение для понимания современного статуса рассматриваемой застройки. Если раньше подобные дома могли восприниматься как достаточно значительный элемент периферийных жилых массивов, то в современной ситуации их панорамная самостоятельность ослаблена. Следовательно, их архитектурная оценка должна смещаться от категории «доминанты» к категории «повседневного фона».

Именно поэтому утверждение о том, что панельная застройка преимущественно наблюдается в ближнем и среднем ракурсах, получает архитектурно-градостроительное обоснование. В дальнем восприятии её роль подчинена более крупномасштабной и визуально активной застройке, тогда как в повседневной среде она сохраняет непосредственное присутствие.

6. Высокая плотность распространения как фактор устойчивого визуального внимания

Несмотря на утрату доминантной роли в дальних панорамах, девятиэтажная панельная застройка остаётся значимым объектом восприятия благодаря высокой плотности распространения. Для Москвы внутри МКАД этот фактор имеет принципиальное значение, поскольку именно плотность повторения превращает типовую застройку в один из важнейших элементов повседневного образа города.

Визуальное внимание в городской среде концентрируется не только на уникальных объектах, но и на тех элементах, которые человек видит постоянно. Повторяемость архитектурного типа создаёт эффект узнаваемости и неизбежности. Даже если отдельный дом не обладает яркой индивидуальностью, совокупность множества похожих зданий формирует устойчивое визуальное поле, игнорировать которое невозможно.

Девятиэтажные панельные дома обладают рядом свойств, обеспечивающих эту устойчивую визуальную значимость: широким территориальным распространением; типологической узнаваемостью; способностью формировать значительные участки жилой среды; постоянной включённостью в повседневные маршруты жителей; формированием пространства дворов, проходов и локальных улиц.

Поэтому внимание к данной застройке обусловлено не её уникальностью, а её визуальной неизбежностью. Она постоянно присутствует в поле зрения, задаёт масштаб привычного окружения и формирует повседневный зрительный фон. Именно это делает её архитектурное состояние предметом особой значимости: изменения в облике такой застройки отражаются не на отдельном фрагменте города, а на целых жилых массивах.

Тем самым девятиэтажная панельная застройка представляет собой пример такого типа городской среды, визуальная сила которого основана не на исключительности, а на распространённости. Это требует соответствующего подхода к её оценке и преобразованию.

7. Архитектурное состояние фасадов и проблема морального старения

Архитектурный облик девятиэтажной панельной застройки 1970-х годов в значительной степени определяется ограниченностью исходных художественных средств. Сдержанная пластика, модульная структура фасада, повторяемость оконных и балконных ритмов, стандартизированное построение секций — все эти качества были связаны с индустриальной логикой проектирования и строительства. Однако в условиях современного города именно эта сдержанность нередко начинает восприниматься как однообразие и визуальная устарелость.

Рис. 2 Основные визуальные проблемы облика фасадов панельных жилых зданий

Проблема усиливается длительным сроком эксплуатации зданий. За десятилетия использования фасады подверглись многочисленным изменениям: частичным ремонтам, несогласованному остеклению лоджий, локальному утеплению, замене отдельных элементов отделки, изменению колористики в разное время и по разным программам. В итоге многие здания утратили целостность первоначального решения и приобрели характер визуально раздробленной среды.

Такое состояние особенно ощутимо в ближнем и среднем восприятии, то есть именно на тех уровнях, на которых панельная застройка играет наибольшую роль. Если в дальнем ракурсе фасадные различия могут быть малозаметны, то в непосредственной повседневной среде они

определяют общее впечатление от района, уровень визуального комфорта и чувство упорядоченности пространства.

Следовательно, моральное старение архитектурного облика девятиэтажных панельных домов является не столько вопросом исторической дистанции, сколько вопросом качества повседневной среды. Поскольку эти здания остаются массовым визуальным фоном жизни, их устаревший или фрагментированный внешний вид влияет на восприятие целых районов (Рис.2). Именно это обстоятельство превращает фасадную модернизацию из желательной меры в объективно необходимую.

8. Модернизация фасадов как архитектурно-градостроительная необходимость

Вывод о преимущественно ближнем и среднем характере восприятия девятиэтажной панельной застройки непосредственно подводит к вопросу о модернизации её фасадов. Если именно фасад является тем элементом, с которым житель взаимодействует ежедневно, то его качество приобретает ключевое значение для оценки городской среды.

Фасадная модернизация в данном случае должна пониматься как системная архитектурная работа, направленная на повышение целостности, визуальной упорядоченности и современного качества массовой жилой среды. Она не может сводиться к случайному декоративному обновлению или к несогласованной локальной отделке отдельных участков здания. Напротив, модернизация должна учитывать типологическую природу панельного дома, его секционную структуру и место в ансамбле жилого массива.

Основные принципы такой модернизации могут быть сформулированы следующим образом: сохранение композиционной логики здания и выявление его секционной организации; согласованность цветовых и пластических решений в пределах группы домов; минимизация визуальной фрагментации, вызванной несистемными ремонтами; сочетание эстетических мер с задачами капитального ремонта и повышения энергоэффективности; увязка фасадных решений с благоустройством дворовых и прилегающих пространств (рис.3).

Рис.3 Примеры модернизации фасадов панельной жилой застройки

Особое значение имеет кумулятивный эффект модернизации. Так как девятиэтажная панельная застройка представлена крупными массивами, обновление фасадов даже относительно ограниченного числа домов способно заметно повлиять на образ района в целом. При последовательной реализации такие меры могут существенно улучшить повседневное визуальное качество значительных территорий города.

С точки зрения градостроительной политики это означает, что работа с массовой позднесоветской застройкой должна рассматриваться не только как вопрос эксплуатации или технической реконструкции, но и как задача архитектурного преобразования городской среды. Именно в этом проявляется практическое значение выявленных закономерностей восприятия.

Проведённый анализ показывает, что применительно к массовой жилой застройке одного только понятия доминанты недостаточно. Если оценивать девятиэтажные панельные дома исключительно по их роли в дальних видах, их значение действительно будет выглядеть ограниченным. Однако такая перспектива отражает лишь одну сторону вопроса и почти не затрагивает ту среду, с которой житель сталкивается ежедневно.

Для рассматриваемой застройки более существенным оказывается не панорамное лидерство, а регулярность присутствия в повседневной жизни района. Девятиэтажные дома не формируют выразительный образ Москвы в масштабе крупного силуэта, но они продолжают задавать характер множества локальных пространств. Их архитектурное воздействие проявляется через повторяемость, протяжённость и постоянство зрительного контакта. Поэтому в исследовании они рассматриваются не как второстепенный остаточный слой, а как активный участник формирования повседневного городского масштаба.

Существенным представляется и различие между композиционной заметностью и морфологической значимостью. Даже утратив самостоятельную роль в дальнем восприятии, девятиэтажные панельные дома сохраняют способность структурировать дворы, локальные улицы и районные пространства. Именно в этом качестве они продолжают влиять на восприятие жилой среды и на общую архитектурную оценку сложившихся районов.

Из этих наблюдений вытекает и практический вывод. Если основная зона восприятия рассматриваемой застройки связана с ближним и средним ракурсами, то качество фасадов, входных групп и внешней целостности зданий приобретает особое значение. Речь идёт не о частной эстетической проблеме, а о вопросе, напрямую связанном с образом повседневной городской среды.

Заключение

Анализ многосекционных девятиэтажных панельных домов 1970-х годов, расположенных в пределах Москвы, позволяет сделать вывод, что их современная роль в городской среде определяется прежде всего характером повседневного восприятия. Эти здания редко становятся ведущими элементами дальних панорам и, как правило, уступают композиционное первенство более высокой и более пластически активной современной застройке. По этой причине они не формируют доминирующий образ современного городского силуэта.

Вместе с тем именно девятиэтажная панельная застройка остаётся существенной частью жилой ткани многих районов и продолжает восприниматься жителями в непосредственном контакте — при движении по дворам, внутриквартальным пространствам и локальным улицам. Её значение связано не с уникальностью отдельного объекта, а с повторяемостью и плотностью присутствия в городской среде. Иначе говоря, она важна не как единичная доминанта, а как постоянный визуальный фон повседневной жизни.

Такое положение требует соответствующего отношения к её архитектурному состоянию. Если значительная часть зрительного опыта жителей связана именно с этой застройкой, то фасадное качество, композиционная целостность и степень визуальной упорядоченности домов становятся вопросом не локального ремонта, а общей культуры городской среды. В этом смысле системная модернизация фасадов может рассматриваться как одно из реальных направлений улучшения архитектурного облика сложившихся районов Москвы.

На этом основании обосновывается необходимость системной модернизации фасадов многосекционных девятиэтажных панельных домов. Такая модернизация должна быть направлена на повышение архитектурной целостности, улучшение визуального качества районной среды и формирование более современного образа сложившейся жилой ткани. Тем самым работа с данной застройкой становится важной частью стратегии повышения качества городской среды в пределах Москвы.

Литература

1. Крашенинников А. В. Градостроительное развитие жилой застройки: исследование опыта западных стран. М.: Архитектура. 2005. 112 с.
2. Рябушин А. В. Гуманизм советской архитектуры. М.: Стройиздат, 1986. 372 с.
3. Линч К. Образ города / пер. с англ. М.: Стройиздат, 1982. 328 с.
4. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию / пер. с англ. М.: Прогресс, 1988. 461 с.
5. Зитте К. Художественные основы градостроительства / пер. с нем. М.: Стройиздат, 1993. 255 с.

Features of perception of the scale of urban development using the example of mass panel housing development of the 1970s

Roshchin M.K.
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the perception of urban development using the example of multi-section nine-story panel buildings erected in Moscow in the 1970s and still widely present within the Moscow Ring Road. The study assumes that this type of residential building contributes little to the expressive distant panoramas of the modern city, as it has been supplanted in the large-scale visual context by taller and more compositionally vibrant buildings of recent decades. However, nine-story panel buildings continue to play a significant role in everyday urban life, as they constitute a significant portion of the environment perceived by people moving through courtyards, local streets, and residential areas. Based on the analysis, it is concluded that the significance of these buildings is determined not by their expressive silhouette, but by their frequency of presence in the visual experience of residents.

Keywords: mass-panel housing, nine-storey residential buildings, Moscow, urban scale, visual perception, facade modernization, residential environment.

References

1. Krasheninnikov A. V. Urban development of residential buildings: a study of the experience of Western countries. Moscow: Architecture. 2005. 112 p.
2. Ryabushin A. V. Humanism of Soviet architecture. Moscow: Stroyizdat, 1986. 372 p.
3. Lynch K. Image of the city / translated from English. Moscow: Stroyizdat, 1982. 328 p.
4. Gibson J. An ecological approach to visual perception / translated from English. Moscow: Progress, 1988. 461 p.
5. Sitte K. Artistic foundations of urban planning / translated from German. Moscow: Stroyizdat, 1993. 255 p.

Адаптация традиционных принципов жилища в современной городской среде арабских стран

Сулейман Халиль
Аспирант, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), khalil.suliman.sy.ru@yandex.ru

В условиях стремительной урбанизации и глобализации современные жилищные практики в арабских городах сталкиваются с проблемой сохранения культурной самобытности при одновременной интеграции инновационных решений. В данной статье исследуется динамика адаптации типичных характеристик традиционного арабского жилья к требованиям современного городского планирования и строительства. Анализируются ключевые элементы, такие как внутренние дворы, машрабии и принципы адаптации к климату, подчеркивается их важность и потенциал для устойчивого развития. На примерах известных проектов, включая Бейт-эль-Машрабию, Виллу Z и Масдар-Сити, рассматриваются успешные стратегии гармонизации наследия с технологическими достижениями. Цель исследования определить способы формирования современного городского жилья, которое не только отвечает функциональным и эстетическим требованиям, но и укоренено в культурном контексте, способствуя созданию уникальной и устойчивой архитектурной идентичности в условиях глобализации. Результаты показывают, что переосмысление традиционных форм и их интеграция с инновационными подходами обеспечивают многообещающее будущее для арабской городской архитектуры.

Ключевые слова: архетип, идентичность, интерпретация, визуальная изолированность, жилищная архитектура, модели жилища

Введение.

В условиях стремительной урбанизации и глобализации современные методы жилищного строительства в арабских городах сталкиваются с проблемой сохранения культурной самобытности при одновременной интеграции инновационных решений. Традиционное жилье в арабском мире долгое время было тесно связано с местным климатом, культурными ценностями и социальными структурами, предлагая архитектурные решения, адаптированные к экологическим и социальным условиям. Однако под влиянием глобализации и технологического прогресса современные подходы к проектированию и строительству жилья привели к фундаментальным изменениям, часто влекущим за собой утрату уникальной самобытности. Это очевидно на примере виллловой архитектуры, распространенной в Сирии. В данной статье рассматривается, как арабские города стремятся найти баланс между сохранением богатого культурного наследия и внедрением новейших архитектурных тенденций. Цель исследования — представить успешные примеры, где типичные черты традиционного жилья были интерпретированы и интегрированы с современными технологиями, обеспечивая устойчивое развитие жилых зданий при сохранении их региональной самобытности. Анализ ключевых архитектурных элементов и их трансформаций позволяет глубже понять, как традиционные концепции продолжают формировать устойчивые и культурно значимые решения в области жилищного строительства в современном мире.

Материалы и методы

В данном исследовании был применен комплексный подход, включающий морфологический и архитектурно-семиатический анализ жилищного строительства в городах с жарким климатом. Были изучены информационные материалы о развитии традиционного жилья, а также архивные материалы и фотографии жилых зданий в Леванте, Марокко и Тунисе. Особое внимание было уделено полевым исследованиям планирования жилищного строительства в городе Масдар (Объединенные Арабские Эмираты), который в настоящее время находится в стадии строительства. Эти методы позволили выявить эффективные способы использования типичных особенностей традиционного жилья при проектировании современных, сопоставимых жилых проектов. Кроме того, исследователь опирался на исследования традиционного городского жилья в Сирии, что обеспечило широкую основу для сравнительного анализа и подтверждения выявленных закономерностей. Такой подход не только анализировал исторические корни, но и оценивал актуальность и применимость традиционных принципов в контексте современных вызовов урбанизации и устойчивого развития.

1. Дом Машрабия:

Проект дома-машрабии в Бейт-Сафафе является ярким примером того, как основные принципы арабского жилищного строительства могут быть переосмыслены в контексте современной архитектуры. Дизайн здания, в котором массивная платформа контрастирует с легкой решетчатой конструкцией, представляет собой креативную интерпретацию традиционной машрабии. Этот элемент, исторически являвшийся границей между частным и общественным пространством, выполняет не только эстетическую, но и функциональную роль климатического изолятора. Каменная облицовка поглощает солнечное тепло днем и отдает его ночью, а узкие зазоры обеспечивают непрерывную циркуляцию свежего воздуха. Зазор в один метр между внешней и внутренней облицовкой усиливает естественное охлаждение, создавая комфортный микроклимат внутри здания (рис. 2). Такой подход демонстрирует, как традиционные элементы могут быть адаптированы для достижения устойчивости и сохранения культурной преемственности в контексте современного городского жилищного строительства, сочетая приватность с открытостью для новых жителей и функциональными пространствами [1].

Массивная платформа, на которой покоится здание, контрастирует с легкостью вертикальной решетчатой конструкции, окружающей дом. Эффект легкости и пористости конструкции достигается за счет инновационной интерпретации арабской машрабии, переосмысленной как непрерывная решетчатая ширма по периметру дома, которая традиционно служила границей между частным и общественным пространством. Получившаяся каменная оболочка структурно отделена от теплого окружения жилого здания узким зазором. Ряд небольших и больших отверстий

обеспечивает вид на окружающий ландшафт изнутри, тщательно сохраняя при этом приватность [2]. Помимо формальных отсылок к арабским народным традициям, здание исследует и развивает концепции, способствующие устойчивому развитию при сохранении исторической культурной преемственности. Зазоры между камнями обеспечивают непрерывный поток свежего воздуха. Еще одним пассивным элементом охлаждения является метровый зазор между внешней и внутренней оболочками, который обеспечивает непрерывную циркуляцию свежего воздуха вокруг здания и снизу вверх. (рис.2)

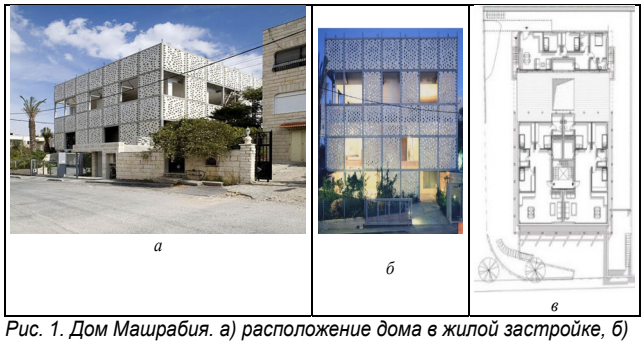


Рис. 1. Дом Машрабия. а) расположение дома в жилой застройке, б) Главный фасад, в) План. [1] (в авторской интерпретации)

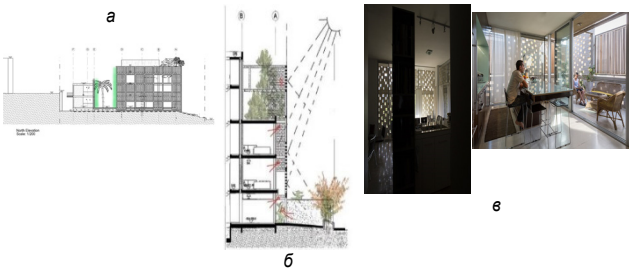


Рис. 2. Дом Машрабия . а) Способность машрабии обеспечивать сближение зданий при сохранении приватности, б) Механизм работы машрабии, в) Внутренний климат здания. [2] (в авторской интерпретации)

3. Вилла Z: Североафриканская Эстетика и Энергоэффективность

Бейт-Сафафа, как и большинство поселений в районе Иерусалима, сталкивается с социальными и культурными проблемами, связанными с переходом от сплоченного местного сообщества к городскому центру. В этом контексте здание предлагает инновационное решение, сочетающее традиционный архитектурный стиль с современными квартирами. Оно уважает традиционную структуру поселения, оставаясь при этом открытым для новых жителей, интегрируя жилые и рабочие пространства [3]. Вилла Z, расположенная в парке Эль-Менза в Тунисе, представляет собой сочетание североафриканской архитектуры и элементов арабского и исламского искусства. Расположенная в густонаселенном жилом районе, вилла отличается минималистичным фасадом, выходящим на улицу, с минимальным количеством видимых элементов для обеспечения приватности. Главный вход, облицованный панелями HPL с текстурой дерева, защищен металлическим навесом, который подчеркивает вход и обеспечивает безопасность [4]. (рис.3)

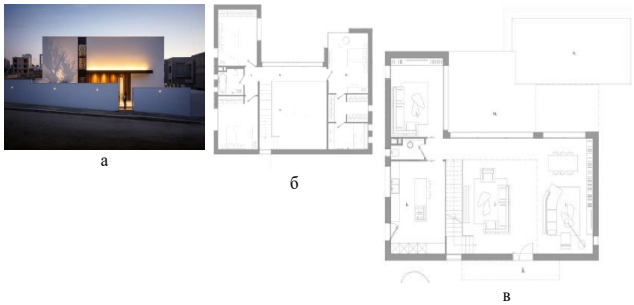


Рис. 3. Вилла Z. а)Главный фасад, б) План первого этажа, в) План второго этажа. [3] (в авторской интерпретации)

По сравнению с современными виллами очевидно, что, хотя эта вилла была построена в современном стиле, использование традиционных арабских архитектурных элементов, таких как машрабия, внутренний двор и фонтан, позволило ей внедрить принципы устойчивого развития, не жертвуя при этом современным обликом [5]. Такой подход следует применять в современной арабской архитектуре, поскольку сохранение арабской идентичности стало крайне важным в свете наплыва многочисленных архитектурных стилей, которые постоянно угрожают стереть арабские культурные особенности [6]. При изучении преобладающего архитектурного стиля современных вилл в Сирии заметно полное отсутствие элементов арабской идентичности: машрабия исчезла с фасадов, а здания стали открытыми для внешнего мира через большие окна, игнорируя приватность, которая является одной из важнейших особенностей арабской архитектуры.

Рис. 4. Яфур, Сирия. а) Вилла 1, б) Вилла 2. (Фото автора)

4. Город Масдар: Устойчивый Урбанизм Будущего

Город Масдар в Абу-Даби — это образец устойчивого городского планирования, сочетающий традиционную архитектуру с современными технологиями. Его дизайн основан на принципах традиционной плотной городской застройки, включающей узкие, естественно затененные улицы и комфортные общественные пространства (рис.5) [7].

Рис. 5. Город Масдар. а) фрагмент городской застройки, б) Современная интерпретация машрабии фасады [7]. (в авторской интерпретации)

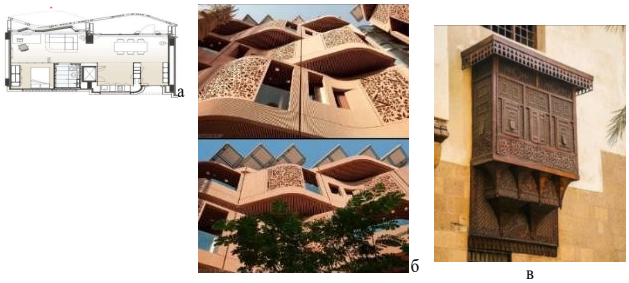


Рис. 6. Город Масдар. а) План квартиры, б) Машрабиа в современном стиле, в) Машрабиа в традиционном стиле. [7, 8] (в авторской интерпретации)

Дизайн города Масдар адаптирован к суровому пустынному климату, включая традиционные принципы: компактная городская застройка, зоны смешанного использования, пешеходные кварталы, общественные пространства, оптимизированная ориентация улиц для улучшения местного климата и близость к общественному транспорту. Эти меры повышают эффективность инфраструктуры и транспорта (Рисунок 6). В квартирах предусмотрены естественно вентилируемые дворы и теплоаккумулятор для пассивного охлаждения. Световые люки пропускают рассеянный свет, блокируя при этом прямые солнечные лучи, а крыша используется для солнечных батарей. Древесина, сертифицированная

FSC, с двойным остеклением снижает теплопередачу, а окна спроектированы для оптимальной вентиляции. Звукоизоляция обеспечивает комфорт и приватность. Первая фаза кампуса института включает 102 жилых квартиры, распределенных по четырем зданиям, одно из которых предназначено для женщин [8].Жилые здания оснащены экранами из красного песчаного стеклопластика (GRC), напоминающими традиционные мишрабии - перфорированные ограждения балконов или лоджий. Эти экраны защищают от избыточной инсоляции, обеспечивают приватность, и способствуют естественной вентиляции помещений квартиры. Фасад здания герметичен, с изоляцией и обшивкой из переработанного алюминия. Квартиры имеют окна, расположенные высоко, чтобы максимизировать естественное освещение при сохранении приватности.

Современная интерпретация арабской ветряной башни в Масдаре, которая создаёт охлаждающие бризы для дворового пространства (рис.7). Башня высотой 45 м улавливает верхние прохладные ветры и направляет их на общественную площадь. Датчики управляют жалюзи, открывая их в сторону преобладающих ветров и закрывая в других направлениях [8].

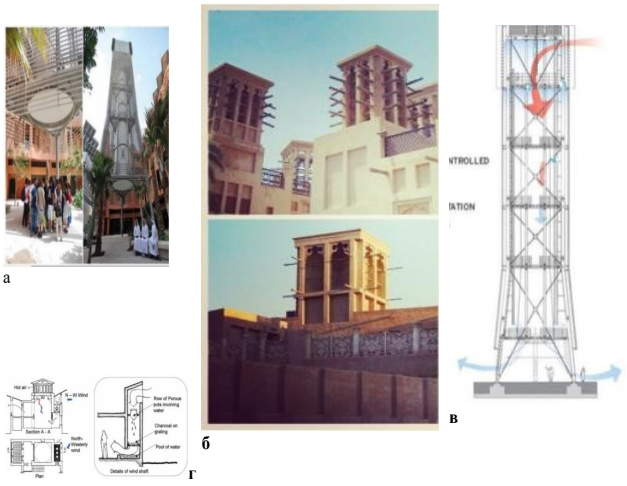


Рис. 7. Город Масдар. а) Малькаф в городе Масдар [8], б) Малькаф в старинных арабских зданиях (фото автора), в) Принцип работы Малькафа в настоящее время в г. Масдар [8], г) Принцип работы башни малькафа в прошлом (https://www.researchgate.net/figure/A-traditional-windcatcher-is-based-on-a-simple-technique-Porous-pots-of-water-convert_fig4_276703027).

Выводы

Анализ показывает, что архитектурный диалог между традиционными принципами и современными технологиями является ключом к созданию устойчивой и культурно ценной жилой среды в арабских городах. Изученные проекты, от частных резиденций, таких как Бейт-эль-Машрабия и вилла Z, до крупномасштабных инициатив городского развития, таких как Масдар-Сити, подтверждают, что переосмысление типичных характеристик жилья не только возможно, но и необходимо для сохранения архитектурной идентичности в контексте глобализации. Таким образом, появляющиеся современные жилые здания в арабских городах демонстрируют успешное использование традиционных технологий и отличительные характеристики жилья в этих странах. Анализ показывает, как традиционные модели жилья могут быть эффективно трансформированы и предложить значительный потенциал для развития морфологических, структурных, композиционных и художественных моделей под влиянием современных требований и процессов глобализации, сохраняя при этом свою культурную и, в конечном счете, архитектурную идентичность.

Литература

1. Bagasi A.B., Calautit J.K., Karban A.B. Evaluation of the Integration of the Traditional Architectural Element Mashrabiya into the Ventilation Strategy for Buildings in Hot Climates // Energies. 2021. Vol. 33, No. 2. P. 261–276.

2. Архитектурные проекты: Mashrabiya House // Электронный ресурс. URL: https://architizer.com/projects/mashrabiya-house) (дата обращения: 09.10.2025).

3. Архитектурные проекты: Villa Z // Электронный ресурс. URL: https://www.archdaily.com/939843/villa-z-ark-architecture (дата обращения: 09.10.2025).

4. Золотой Трезини: Villa Z // Электронный ресурс. URL: https://www.goldtrezzini.ru/en/nominees/villa-z/ (дата обращения: 09.10.2025).

5. Ниамин А. Х. Э. Жилая архитектура Сирии на современном этапе развития (интеграция этно-традиций и урбанистических новаций) // Инновации и инвестиции. 2019. № 8. С. 133–137.

6. Сулейман Х. Х., Анисимов Ю. В. Архетип жилища Алеппо как информационный код развития современной жилой среды города. // Сборник докладов IV Национальной научной конференции Актуальные проблемы строительной отрасли и образования. – Электронный ресурс. – Москва, 15 декабря 2023 г. / Миннауки и ВО РФ, НИУ МГСУ. М.: Изд-во МИСИ. МГСУ, 2024. С.459-465.

7. Zero Carbon City – Masdar City: Critical Analysis // Электронный ресурс. January 2018. URL: https://shura.shu.ac.uk/23438/1/MASDAR-GTANG%20Final.pdf (дата обращения: 09.10.2025).

8. Halligan, Neil Masdar: From Abu Dhabi to the World // Arabian Business. URL: https://www.arabianbusiness.com/interviews/energy/379829-masdar-from-abu- dhabi-to-the-world (дата обращения: 09.10.2025).

Adaptation of Traditional Housing Principles in the Modern Urban Environment of Arab Countries

Suleiman Khalil
Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)

JEL classification: L61, L74, R53

In the context of rapid urbanization and globalization, contemporary housing practices in Arab cities face the challenge of preserving cultural identity while integrating innovative solutions. This article explores the dynamics of adapting typical characteristics of traditional Arab housing to the demands of modern urban planning and construction. Key elements such as courtyards, mashrabiyas, and climate adaptation principles are analyzed, highlighting their importance and potential for sustainable development. Using examples from renowned projects, including Beit el-Mashrabiya, Villa Z, and Masdar City, successful strategies for harmonizing heritage with technological advances are explored. The study aims to identify ways to create contemporary urban housing that not only meets functional and aesthetic requirements but is also rooted in the cultural context, contributing to the creation of a unique and sustainable architectural identity in the context of globalization. The results demonstrate that rethinking traditional forms and integrating them with innovative approaches offers a promising future for Arab urban architecture.

Keywords: archetype, identity, interpretation, visual isolation, residential architecture, housing models

References

1. Bagasi A.B., Calautit J.K., Karban A.B. Evaluation of the Integration of the Traditional Architectural Element Mashrabiya into the Ventilation Strategy for Buildings in Hot Climates // Energies. 2021. Vol. 33, No. 2. P. 261–276.

2. Architectural Projects: Mashrabiya House // Electronic resource. URL: https://architizer.com/projects/mashrabiya-house) (date of access: 09.10.2025).

3. Architectural Projects: Villa Z // Electronic resource. URL: https://www.archdaily.com/939843/villa-z-ark-architecture (date of access: 09.10.2025).

4. Golden Trezzini: Villa Z // Electronic resource. URL: https://www.goldtrezzini.ru/en/nominees/villa-z/ (accessed: 09.10.2025).

5. Niamine A. H. E. Residential architecture of Syria at the current stage of development (integration of ethno-traditions and urban innovations) // Innovations and Investments. 2019. No. 8. pp. 133–137.

6. Suleiman H. H., Anisimov Yu. V. The archetype of Aleppo housing as an information code for the development of the city's modern residential environment // Collection of papers of the IV National Scientific Conference Actual Problems of the Construction Industry and Education. – Electronic resource. – Moscow, December 15, 2023 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, National Research University Moscow State University of Civil Engineering. Moscow: Publishing House of the Moscow Institute of Civil Engineering. MGSU, 2024. pp. 459–465.

7. Zero Carbon City – Masdar City: Critical Analysis // Electronic resource. January 2018. URL: https://shura.shu.ac.uk/23438/1/MASDAR-GTANG%20Final.pdf (date of access: 09.10.2025).

8. Halligan, Neil Masdar: From Abu Dhabi to the World // Arabian Business. URL: https://www.arabianbusiness.com/interviews/energy/379829-masdar-from-abu-dhabi-to-the-world (date of access: 09.10.2025).

Принципы формирования высотных общественных зданий в Российской Федерации (на примере авторского проекта в городе Санкт-Петербурге)

Сущенко Юлия Владимировна
Магистрант кафедры «Архитектура» Научно-исследовательского Московского Государственного Строительного Университета (НИУ МГСУ), Suschenko.jj@gmail.com

Мельникова Ирина Борисовна
кандидат архитектуры, доцент, доцент кафедры «Архитектура» Научно-исследовательского Московского Государственного Строительного Университета (НИУ МГСУ), irinport@gmail.com

В статье рассматриваются принципы формирования высотных общественных зданий в условиях современной урбанизации и развития вертикальной архитектуры. Исследуются исторические этапы становления и развития высотного строительства, начиная с первых небоскребов конца XIX века и заканчивая современными многофункциональными общественными комплексами. Особое внимание уделяется современному состоянию высотного строительства в России, градостроительным особенностям и архитектурно-планировочным решениям. Анализируется влияние аэродинамических факторов на объемно-пространственное формообразование, устойчивость конструктивных систем и архитектурную пластику фасадов. Рассматриваются вопросы художественной выразительности, силуэта и фасадной пластики высотных зданий. На основе проведенного исследования формулируются основные принципы формирования высотных общественных зданий на примере авторского проекта общественного комплекса в городе Санкт-Петербурге с учетом градостроительного контекста территории.
Ключевые слова: высотные общественные здания, архитектурное формообразование, высотное строительство, аэродинамика зданий, пластика фасада, архитектурная композиция.

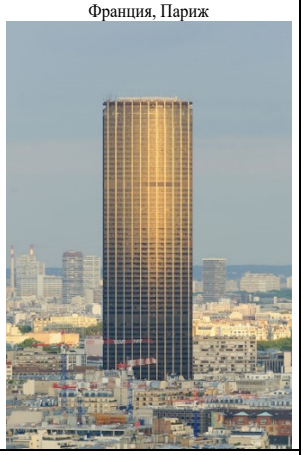
Высотные общественные здания являются важнейшим элементом современной городской структуры крупных городов и мегаполисов и выступают не только как объекты функционального назначения, но и как композиционные доминанты, формирующие архитектурный образ города. В условиях интенсивной урбанизации, роста плотности застройки и дефицита свободных территорий вертикальное развитие становится одним из ключевых направлений архитектурного проектирования.

Для Российской Федерации проблема формирования высотных общественных зданий имеет особую актуальность в связи с развитием крупных общественно-деловых центров. Высотные комплексы включают административные здания, гостиницы, многофункциональные общественные центры, культурные и деловые объекты, требующие сложных архитектурно-планировочных решений.

Исследование выявило общие принципы формирования высотных общественных зданий в Российской Федерации с учетом современных тенденций проектирования, физико-технических и художественно-композиционных особенностей на примере авторского проектного предложения для г. Санкт-Петербург.

Развитие высотных общественных зданий как архитектурного типа обусловлено эволюцией конструктивных систем, инженерных технологий и градостроительных подходов [1]. Его становление отражает изменения в уровне технического развития и функциональных требований общества. В рамках исследования выделяются четыре этапа, различающиеся принципами формообразования, конструктивной логикой и архитектурной выразительностью. (см. табл. 1)

Таблица 1
Этапы исторического развития высотного строительства и их ключевые особенности.

Этап	Ключевые особенности	Объекты-представители
1880-1930 гг. — зарождение небоскрёба (США). Формируется тип высотного здания как самостоятельного архитектурного объекта.	появление металлического каркаса и лифтов; развитие Чикагской и Нью-Йоркской школ [2]; Трехчастная симметричная композиция; доминирование деловой функции (офисы, банки); планировка с учетом естественного освещения (глубина по высоте здания неоднородна на нижних уровнях 12-18 м; на средних 6-12 м; на верхних 4,5-6 м); Низкий уровень инженерного обеспечения; архитектурный стиль: от эклектики к ар-деко.	Empire State Building [3] 1929-1931 США, Нью-Йорк
1950-1970 гг. — появление высотного строительства в Европе Высотное строительство распространяется за пределы США и приобретает международный характер.	Переход от ступенчатой композиции к «зданию-пластине»; расширение функций (офисы, жильё, гостиницы); развитие новых конструкций (ствольные, оболочковые [4], комбинированные); переход к искусственному освещению и глубинным планировкам (12 м); архитектура модернизма (минимализм, стеклянные фасады); интеграция с транспортной инфраструктурой.	tour Montparnasse [5] **1969** Франция, Париж 
1970 - 1990гг. — регионализация и энергоэффективность	ориентация на энергоэффективность и микроклимат;	**Commerzbank Tower** [6] 1997 Германия, Франкфурт-на-Майне

Происходит переосмысление высотного строительства, переход к энергоэффективному и экологическому проектированию.	развитие комплексных деловых районов, комбинированные конструктивные системы; развитие инженерных систем климат-контроля; формирование постмодернистских и региональных решений; активное развитие подземной инфраструктуры.	
2000-х гг. — настоящее время — глобализация и технологический рост Высотная архитектура становится глобальным явлением.	смещение центра строительства в Азию и Ближний Восток; рост высоты и сложности зданий; многофункциональные комплексы; развитие параметрической и сложной геометрии форм с оболочковой конструктивной системой; Хай-тек и деконструктивизм.	**Шанхайская башня** [7] 2016 Китай, Шанхай

Развитие высотной архитектуры в России отличается от зарубежной практики. Если в международном контексте высотные здания формируются как элементы плотной смешанной городской среды, то в отечественной традиции они чаще выступают как композиционные и градостроительные доминанты.

Исторически значимым этапом стали сталинские высотные здания, отличающиеся монументальностью, выразительными силуэтами и ансамблевым подходом к формированию городской среды. Современный этап представлен многофункциональными высотными комплексами в Москве (Рис.1), а также точечными высотными общественными объектами в других крупных городах России (Рис.2), где высотная застройка формирует локальные градостроительные доминанты и новые общественно-деловые центры.

Рис. 1. Московский международный деловой центр, ММДЦ «Москва-Сити»

Рис. 2. Многофункциональный комплекс в Санкт-Петербурге «Лахта-центр»

В рамках исследования был выполнен сравнительный анализ отечественного опыта проектирования высотных общественных зданий на примере 40 объектов, расположенных в Москве, Санкт-Петербурге, Екатеринбурге, Красноярске, Волгограде, Челябинске, Новосибирске, Перми и Нижнем Новгороде. В исследование вошли крупнейшие многофункциональные комплексы ММДЦ «Москва-Сити» (Башня 2000, Федерация, ОКО, Neva Towers, IQ-квартал, Город столиц, Меркурий, Эволюция и др.), знаковые региональные объекты (Лахта-центр, Высоцкий, Исеть, Лидер Тауэр, Атлантик Сити, Челябинск-Сити, Волгоград-Сити и др.), а также перспективные проекты нового поколения (One Tower, Moscow Towers, Сбербанк-Сити, Национальный космический центр). По результатам сравнительного анализа выявлен ряд устойчивых закономерностей и проблем, определяющих современное состояние высотного строительства в Российской Федерации.

Установлено, что развитие высотных общественных зданий характеризуется выраженной территориальной диспропорцией: основная часть реализованных объектов сосредоточена в Москве, тогда как в большинстве региональных центров высотное строительство представлено единичными объектами, не формирующими полноценной общественно-деловой среды.

Функциональный анализ показывает переход от монофункциональных офисных зданий к многофункциональным вертикальным комплексам, включающим общественные, торговые, рекреационные и жилые функции. Однако во многих случаях такая многофункциональность носит формальный характер и не сопровождается созданием качественных общественных пространств и активной связи с городской средой.

Конструктивные решения демонстрируют доминирование каркасно-ствольной системы, обеспечивающей устойчивость и гибкость планировочной структуры. Вместе с тем недостаточно развиты решения, связанные с климатической адаптацией, аэродинамической оптимизацией формы и энергоэффективностью здания.

Архитектурно-художественный анализ выявляет тенденцию к унификации фасадных решений: преобладают светопрозрачные стеклянные оболочки, типовые объемы и ограниченная пластическая выразительность, что снижает роль высотного здания как композиционной доминанты городской среды.

Отдельной проблемой остается слабое внедрение экологических стандартов и принципов устойчивого проектирования. Международная сертификация LEED и BREEAM характерна преимущественно для крупнейших столичных объектов, тогда как в региональной практике энергоэффективные решения часто рассматриваются как второстепенные.

В рамках исследования была предложена авторская концептуальная модель формирования высотного общественного здания в Российской Федерации на примере города Санкт-Петербурга, объединяющая основные принципы рационального проектирования и отражающая взаимосвязь градостроительных, функционально-планировочных, конструктивных, аэродинамических, экологических и архитектурно-художественных факторов. Проектное предложение позволяет рассматривать высотное общественное здание как целостную систему, в которой архитектурная форма формируется на основе комплексного взаимодействия всех проектных параметров, а также раскрывает ключевые принципы формирования высотных общественных зданий.

Принцип градостроительной интеграции и включённости в транспортно-пешеходный каркас города

Данный принцип предполагает формирование высотного общественного здания не как изолированного объекта, а как элемента единой городской структуры, активно взаимодействующего с окружающей средой. Особое значение при этом имеет включённость здания в систему основных транспортных и пешеходных связей, а также его расположение в узловых точках городской активности.

Рис. 3. Генплан проектируемого объекта

В проектном предложении авторов статьи данный принцип реализован на основе размещения объекта на территории намывных земель Васильевского острова в зоне перспективного развития общественно-деловой функции, на пересечении планируемых транспортных магистралей и пешеходных направлений. (Рис.3)

Принцип целостности архитектурно-художественного образа

Архитектурный образ формируется с учетом контекста современной застройки намывных территорий Санкт-Петербурга и элементов современной архитектуры. Белые фасадные панели, панорамное остекление с золотистой отделкой обеспечивают стилевое единство с окружающей застройкой, при этом здание формирует выразительную градостроительную доминанту района (рис. 4).

Рис. 4 Архитектурно-художественный образ здания.

Принцип комплексной функциональной структуры

Данный принцип реализуется через формирование многоуровневой структуры, включающей административно-офисные, общественные, культурные, рекреационные и сервисные функции. В проекте они распределены по вертикали: общественные и торговые зоны размещены в нижней части высотного здания, офисные и коворкинговые пространства — в средней зоне, а рекреационные и представительские функции — в верхней части здания. (Рис.5)

Такое зонирование обеспечивает автономность комплекса и снижает зависимость от внешней инфраструктуры, формируя устойчивую внутреннюю общественную среду.

Рис. 5 Планы этажей

Принцип вариативности и адаптивности офисных пространств

В проекте предусмотрена гибкая структура рабочих пространств: офисные блоки open-space, коворкинги, переговорные зоны и трансформируемые конференц-площадки. Пространства рассчитаны на изменение сценариев использования, что соответствует современным гибридным форматам работы.

Вариативность достигается за счёт мобильных перегородок, модульной планировки и возможности функциональной трансформации помещений.

Учет физико-технических аспектов проектирования высотных зданий

Форма высотного здания определяется конструктивной логикой и аэродинамическими требованиями [8]. В проекте применена каркасно-ствольная система, обеспечивающая устойчивость при значительных ветровых нагрузках [9].

Сужение и закручивание высотной формы здания позволяет значительно снизить ветровые нагрузки. (Рис. 6.)

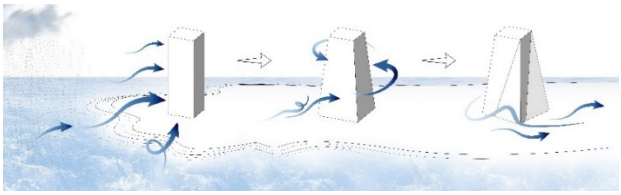


Рис. 6 Схема формообразования с учетом ветровых нагрузок

Принцип экономичности, энергоэффективности и экологичности

В проекте реализованы энергоэффективные фасадные решения с использованием витражного остекления и навесной фасадной системы. Применение естественного освещения снижает энергопотребление общественных пространств [10]. Также предусмотрено озеленение территории, формирование рекреационного сквера и рациональная организация транспортных потоков, что снижает экологическую нагрузку на участок.

Принцип социальной доступности и открытости

Комплекс формируется как открытая общественная структура, интегрированная в городскую среду. Стилобатная часть содержит торговые, общественные и рекреационные функции, обеспечивая постоянный доступ для горожан.

Принцип информационно-цифровой адаптивности

Проект предполагает внедрение интеллектуальных систем управления зданием (BMS), обеспечивающих контроль микроклимата, энергопотребления и безопасности. Цифровая инфраструктура позволяет адаптировать функциональные зоны под изменяющиеся сценарии эксплуатации и повышает эффективность управления сложным многофункциональным объектом.

Таким образом, исследование показало, что формирование высотных общественных зданий требует комплексного подхода, основанного на взаимосвязи градостроительных, функциональных, конструктивных и архитектурных решений. Выявленные проблемы отечественной практики подтверждают необходимость перехода к системному, устойчивому и интегрированному в городскую среду проектированию, что отражено в предложенной авторской модели.

Литература

1. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: монография. 2-е изд., доп. М.: Издательство АСВ, 2008. 160 с.
2. Генералов В. П., Генералова Е. М. Высотное строительство — путь к созданию удобной, комфортной и современной городской жилой среды // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург: ОГУ, 2017. С. 658–662.
3. Empire State Building // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (дата обращения: 27.04.2026).
4. Мельникова И. Б., Камалетдинова М. А. Архитектурно-планировочные особенности жилых зданий с оболочковой конструктивной системой // Научное обозрение. 2016. № 12. С. 77–83.
5. Tour Montparnasse // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (дата обращения: 27.04.2026).
6. Commerzbank Tower // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (дата обращения: 27.04.2026).
7. Shanghai Tower // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/
8. Рафайнер, Ф. Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения. / Ф.Рафайнер; перевод с немецкого. Москва: Стройиздат, 1982. 179 с
9 Шуллер, В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер; перевод Л.Ш. Килимника; под ред. Г. А. Казиной. Москва: Стройиздат, 1979. 248 с.
10. Ляшенко, Е.К. Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий / Е.К. Ляшенко // Architecture and Modern Information Technologies. 2013. №3 (24). С. 1-17. URL: https://marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/lyashenko/lyashenko.pdf

Principles for the construction of high-rise public buildings in the Russian Federation (using the example of the author's project in the city of St. Petersburg)

Sushchenko Yu.V., Melnikova I.B.
Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)

JEL classification: L61, L74, R53

This article examines the principles of high-rise public building design in the context of modern urbanization and the development of vertical architecture. It explores the historical stages of high-rise construction, beginning with the first skyscrapers of the late 19th century and ending with modern multifunctional public complexes. Particular attention is paid to the current state of high-rise construction in Russia, urban planning features, and architectural planning solutions. The influence of aerodynamic factors on spatial formation, the stability of structural systems, and the architectural plasticity of façades is analyzed. The artistic expressiveness, silhouette, and façade plasticity of high-rise buildings are considered. Based on the conducted research, the key principles of high-rise public building design are formulated using the example of the author's design for a public complex in St. Petersburg, taking into account the urban planning context of the area.

Keywords: high-rise public buildings, architectural formation, high-rise construction, building aerodynamics, façade plasticity, architectural composition.

References

1. Maklakova, T. G. High-Rise Buildings. Urban Planning and Architectural-Structural Design Problems: Monograph. 2nd edition, supplemented. Moscow: ASV Publishing House, 2008. 160 p.
2. Generalov, V. P., Generalova, E. M. High-Rise Construction — the Path to Creating a Convenient, Comfortable, and Modern Urban Living Environment // University Complex as a Regional Center of Education, Science, and Culture. Orenburg: OSU, 2017. pp. 658–662.
3. Empire State Building // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (accessed: April 27, 2026).
4. Melnikova, I. B., Kamaletdinova, M. A. Architectural and Planning Features of Residential Buildings with a Shell Structural System // Scientific Review. 2016. No. 12. Pp. 77–83.
5. Tour Montparnasse // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (accessed on 27.04.2026).
6. Commerzbank Tower // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (accessed on 27.04.2026).
7. Shanghai Tower // ArchDaily. URL: https://www.archdaily.com/ (accessed on 27.04.2026).
8. Rafainer, F. High-Rise Buildings. Space-Planning and Structural Solutions. / F. Rafainer; translated from German. Moscow: Stroyizdat, 1982. 179 p.
9. Schuller, V. High-Rise Building Designs / V. Schuller; translated by L.Sh. Kilimnik; Edited by G. A. Kazina. Moscow: Stroyizdat, 1979. 248 p.
10. Lyashenko, E.K. Factors influencing the formation of space-planning solutions for energy-efficient high-rise office buildings / E.K. Lyashenko // Architecture and Modern Information Technologies. 2013. No. 3 (24). Pp. 1-17. URL: https://marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/lyashenko/lyashenko.pdf (date of access: 04/27/2026).

Придорожные комплексы нового формата

Шаяхова Эльвира Фанизовна
аспирант, Кафедра АРХиД, Тюменский индустриальный университет,

Комплексы придорожного сервиса в Российской Федерации один из самых современных и активно развивающихся направлений в нашей стране. Один из значимых проблем придорожного сервиса - большие по протяженности автомобильные дороги, большие расстояния между населенными пунктами, отсутствие или удаленность источников инженерных коммуникаций. В статье рассматриваются виды придорожного сервиса нового формата. Проанализированы и систематизированы новые форматы по способу управления, формообразования, мобильности, инженерному обеспечению. Новые виды форматы придорожных комплексов направлены на обеспечение экономического, экологического и социального развития. Виды форматов направлены на поколение, активно развивающее в нашей стране туризм и активно путешествующие по стране. В нашей стране активно идет строительство современных придорожных комплексов. Новые форматы придорожных сервисов послужат для дальнейшего развития, улучшения, индустриализации, развития и возможного применение в ближайшем будущем.
Ключевые слова: придорожный комплекс, придорожный сервис, новый формат, инженерные системы придорожного сервиса.

Актуальные проблемы придорожного сервиса в Российской Федерации - большие по протяженности автомобильные дороги, удаленность населенных пунктов между собой, отсутствие достаточного сервиса вдоль дорог. Часто он отсутствует или недостаточно развит в регионах. Чем дальше расположен придорожный комплекс от крупных населенных пунктов, тем меньше сервиса, меньше количества услуг и он хуже по качеству. Главные проблемы – удаленность и невозможность подключения к источнику электроэнергии, инженерным сетям.

Возможность усовершенствование и использование передовых инновационных технологий при проектировании, реконструкции и перевооружения придорожного комплекса.

Виды форматов придорожных комплексов рис. 1.

Рис1

Предложенные виды условно разделены на 5 форматов.

I. Мобильный/передвижной формат - представляет собой сборно-разборные конструкции, в виде мобильных или передвижных форм. Эти конструкции состоят из контейнеров, каркасной конструкции или железобетонной конструкции, с возможностью демонтажа и перевозки автотранспортом. Строения мобильные, заводского исполнения или сборкой на месте, имеют внутреннюю и внешнюю отделку от производителя. В зависимости от необходимости и назначения имеют разные габариты и размеры. Есть возможность комплектовать их по назначению, например: контейнерные АЗС, контейнерные СТО, контейнерные гостиницы.

Рис 2. Контейнерная АЗС. Фото из каталога КАЗС www.kazs.ru

Контейнерные АЗС и СТО предлагают многие производители, они бывают модульного (разборного) вида и мобильные, в кузовах и прицепах автотранспорта.

Рис 3. Гостиница на колесах.

Мобильные гостиницы делятся одноместные, двухместные и многоместные. Имеют форматы на колесах (рис 3), сборно-разборные для перемещения и последующей сборки, готовые на временном основании (контейнерного типа).

Плюсы этого формата: мобильная система позволяет переместить здания в подходящие места без привязки к местности, возможность эксплуатации в разных природных местах не зависимо от климата и времени года. В некоторых случаях при отсутствии спроса возможна сезонная эксплуатация. Низкая стоимость в сравнении с капитальными аналогами.

Минусы этого формата: адаптация в новых местах, ограничения габаритов с возможностью автоперевозок. Не долговечность конструкций связи с применение не капитальных аналогов.

II.Купольные форматы – представляют собой капитальные сооружения под куполом, в оболочке, сооружения защищённые от внешнего воздействия среды, имеют внутри идеальный температурный режим. Использование материал строения зависит от расположения, а также климатическими особенностями. Особо остро востребованы такие форматы в крайне холодном и крайне жарком климате.

Рис 4. Линия (The line) линейный город на северо-западе Саудовской Аравии в административном округе Табук.

Город –линия расположен в пустыне Саудовской Аравии, проектом предполагается урбанистическое сооружений с искусственным микроклиматом, в куполе или оболочке (рис.4).

Город «Умка» проект Валерий Ржевский на острове Котельный Новосибирского архипелага, представляет собой единое каркасноконтейнерное сооружение накрыто непроницаемым куполом, который полностью изолирует от внешней среды. [1]

Рис 5 Авторский эскиз, г.Новый Уренгой.

Автором был разработан проект закрытого типа станции технического обслуживания в г. Новый Уренгой (рис.5). Внутри здания расположен весь комплекс технических работ по ремонту, обслуживанию автомобилей, продаже автозапчастей и ожидания ремонта. Запроектирован раздельный въезд и выезд, остальное движение производится внутри здания.

Плюсы этого формата: Нет зависимости от погодных условий, все функции придорожного комплекса в одном здания/купол/оболочке.

Минусы формата: большие затраты на возведение, обслуживание здания (отопление, кондиционирование). Большое потребление энергоресурсов на отопление, кондиционирование, поддержание искусственного климата.

III. Формат без оператора – в придорожных комплексах полностью отсутствуют операторы. С появление электронных платежных ресурсов, **вендинговых аппаратов, появилась возможность обслуживать придорожные комплексы без участия человека.** Использование таких сооружений оправдано удаленным расположением от населенных пунктов, климатическим или экологическим не благоприятными зонами, нехватки земли. В последнее время распространяются форматы без операторных АЗС, магазинов самообслуживания, без операторных автомоек, кафе. Сейчас такой формат набирает популярность у молодежи. [2]

Плюсы формата: отсутствие человеческого фактора, использование механизмов оплаты и использование функций без привлечения человека. Нет ограничений в режиме работы таких форматов, не влияет погодные условия, времени суток.

Минусы формата: отсутствие человеческого фактора. Старшему поколению тяжело разбираться в оплате услуг. Возможны перебои в работе, так как такие форматы активно тестируются и не прошли апробацию.

IV. Придорожные комплексы с функцией умный дом – использование современных инженерных сетей в обслуживании придорожного комплекса. Управление инженерными сетями:

- Освещение – управление освещением с помощью датчиков движения, датчиков освещенности, датчиков времени суток, регуляция закрытия либо открытия жалюзи, роль ставней. Электропитание - обеспечение бесперебойного питания здания, автоматическое переключение питания на альтернативные источники;
- Водоснабжение –контроль утечек в системе водоснабжения;
- Отопление, вентиляция и кондиционирование – регуляция внутреннего климата здания и поступления воздуха, регуляция отопления в зависимости от наружного воздуха;

Безопасность и мониторинг:

- Видеонаблюдение – установка камер видеонаблюдения в основных рабочих зонах;
- **Система контроля доступа (СКУД) – управление доступом в помещения с помощью карта, биометрии и данных;**
- **Охранно-пожарная сигнализация – контроль утечек газа, система оповещения от возгорания, система сигналов тревоги.**
- **Защита от протечек – контроль и блокировка воды в случае протечки.**

Ресурсосбережение и энергоэффективность:

- Интеллектуальное управление системами – оптимизация использования ресурсов за счет оптимального потребления и экономии ресурсов: тепловые насосы, датчики движения, солнечные батареи.
- **Прогнозирование потребления –** сравнение режима потребления с графиком плановой выработки инженерных систем**;**

Интеллектуальное управление:

- Управление доступом и ресурсами удаленно - возможность управлять системами здания через смартфон, голосовые команды или сенсорные панели;
- Интеграция с мультимедийными системами — управление аудио- и видеотехникой, домашними кинотеатрами, бытовой техникой**;**
- **Уведомления о внештатных ситуациях, напоминания о плановых работах.**

Плюсы формата: экономия инженерных, человеческих ресурсов, возможность управления зданием удаленно, защита здания от стихийных бедствий и внештатных ситуаций.

Минусы: зависимость от энергоресурсов, от интернет ресурса. В случае плохого сигнала или сбоя интернета выход из автоматического управления.

V. Придорожные комплексы имеющие независимую систему инженерного обеспечения – использование альтернативных инженерных систем. Использование других, не традиционных, либо не распространенных систем инженерного обеспечения. Газовые системы – газовые электростанции используются в регионах с наличием природного или сжиженного газ. Использование разные типы газовых электростанций для выработки электроэнергии.

Солнечная энергия – используется в регионах с большими солнечными днями в году. Активно распространяемая система альтернативного энергообеспечения.

Ветровая электроэнергия — это электроэнергия, вырабатываемая **ветроэлектростанциями.** Ветроэлектрические установки, собраны в одном или нескольких местах объединёнными в единую сеть. Используется в регионах с постоянными ветровыми потоками.

Водяные системы – гидроэнергетика активно используется в системе обеспечения электроэнергии страны, имеет большую апробацию, широко используется.

Геотермальная система – при технической возможности используется тепло земли в отоплении и охлаждении здания.

Плюсы формата: экономия на традиционных система инженерного обеспечения, возможность удаленного расположения придорожного сервиса без привязки к техническим системам.

Минусы формата: сложные технические системы, дорогое оборудование и обслуживание.

Перечисленные форматы комплексов придорожного сервиса используются, тестируются для возможного применения. Комбинированные форматы ведут к возможности распространения придорожного сервиса в местах, где эксплуатация и строительство сервисов была невозможна – в удаленных местах, в местах с экстремальным климатом и рельефом, с возможностью удаленного доступа и обслуживания. С увеличением прогресса и цифровых технологий будет увеличиваться потребность в комплексах подобного формата.

Литература

1. Анохин Д. Умка под куполом: какими могут быть новые арктические города. [Электронный ресурс] URL:https://strana-rosatom.ru/2025/09/15/umka-pod-kupolom-kakimi-mogut-byt-nov/ (дата обращений 15.09.2025)
2. Харитонов Г. Как российский стартап Briskly запускает магазины без персонала. [Электронный ресурс] URL:https://www.retail.ru/articles/kak-rossiyskiy-startap-briskly-zapuskaet-magaziny-bez-personala/(дата обращений 19.08.2019)
3. Вальнюк, Е. Н. Влияние использования альтернативной энергетики на формирование архитектуры автозаправочных станций / Е. Н. Вальнюк, А. А. Жигалова // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – № 12-2(39). – С. 81-89.
4. Джиджелава, Д. М. Возможности использования альтернативных источников энергии для объектов придорожного сервиса / Д. М. Джиджелава // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых и специалистов, посвященной 20-летию создания кафедры электроэнергетики: в 2-х томах, Тюмень, 18–20 декабря 2019 года / Ответственный редактор: А. Н. Халин. Том I. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 97-99.
5. Ильвицкая, С. В. Архитектура энергоэффективных придорожных кластеров для автомобильного туризма / С. В. Ильвицкая, В. М. Шувалов, Д. Ю. Ильвицкий // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2017 году : Сборник научных трудов Российской академии архитектуры и строительных наук. Том 1. – Москва : Издательство АСВ, 2018. – С. 45-52.
6. Хуснутдинова, А. Ф. Влияние использования альтернативной энергетики на формирование архитектуры придорожных автозаправочных станций / А. Ф. Хуснутдинова, М. Ю. Забрускова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 1(43). – С. 96-102.

New format roadside complexes

Shayakhova E.F.
Tyumen Industrial University

JEL classification: L61, L74, R53

Roadside service complexes in the Russian Federation are one of the most modern and actively developing areas in our country. One of the significant problems of roadside service is the large length of highways, long distances between settlements, and the absence or remoteness of sources of engineering communications. The article discusses the types of roadside service in a new format. New formats have been analyzed and systematized in terms of management, shaping, mobility, and engineering support. New types and formats of roadside complexes are aimed at ensuring economic, environmental and social development. The types of formats are aimed at the generation that is actively developing tourism in our country and actively traveling around the country. The construction of modern roadside complexes is actively underway in our country. New formats of roadside services will serve for further development, improvement, industrialization, development and possible application in the near future.

Keywords**:** roadside complex, roadside service, new format, engineering systems of roadside service.

References

1. Anokhin D. Umka under the dome: what new Arctic cities can be. [Electronic resource] URL:https://strana-rosatom.ru/2025/09/15/umka-pod-kupolom-kakimi-mogut-byt-nov / (date of requests 15.09.2025)
2. Kharitonov G. How the Russian startup Briskly launches stores without staff. [Electronic resource] URL:https://www.retail.ru/articles/kak-rossiyskiy-startap-briskly-zapuskaet-magaziny-bez-personala /(date of requests: 08/19/2019)
3. Valnyuk, E. N. The influence of the use of alternative energy on the formation of the architecture of gas stations / E. N. Valnyuk, A. A. Zhigalova // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2019. – № 12-2(39). – Pp. 81-89.
4. Dzhidzhelava, D. M. Possibilities of using alternative energy sources for roadside service facilities / D. M. Dzhidzhelava // Energy saving and innovative technologies in the fuel and energy complex: Proceedings of the National scientific and practical conference with international participation of students, graduate students, scientists and specialists dedicated to the 20th anniversary of the establishment of the Department of Electric Power Engineering: in 2 volumes, Tyumen, December 18–20, 2019 / Editor-in-chief: A. N. Khalin. Volume I. – Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019. – P. 97–99.
5. Ilvitskaya, S. V. Architecture of energy-efficient roadside clusters for automobile tourism / S. V. Ilvitskaya, V. M. Shuvalov, D. Yu. Ilvitsky // Fundamental, exploratory and applied research of the Russian Academy of Natural Sciences on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2017 : Collection of scientific papers of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Volume 1. Moscow : DIA Publishing House, 2018. pp. 45-52.
6. Khusnutdinova, A. F. The influence of the use of alternative energy on the formation of architecture of roadside gas stations / A. F. Khusnutdinova, M. Y. Zabruskova // Proceedings of the Kazan State University of Architecture and Civil Engineering. – 2018. – № 1(43). – Pp. 96-102.

Проблемы и перспективы внедрения интеллектуальных систем мониторинга и контроля утечек газа

Шеногин Михаил Викторович
кандидат технических наук, доцент кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, msh001@list.ru

Балашов Евгений Сергеевич
старший преподаватель кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и гидравлика», Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, balevgtgv@yandex.ru

В работе описано современное состояние систем безопасности в газопотреблении, в частности — механизмы обнаружения аварийных ситуаций. Проанализированы технологические особенности функционирования систем мониторинга газораспределительных сетей и объектов потребления. Обоснована необходимость перехода от традиционных методов надзора к интеллектуальным аппаратно-программным комплексам. В ходе исследования оценено влияние таких факторов, как естественный износ газовой инфраструктуры, территориальная протяженность сетей и возрастающие риски техногенного характера на надежность газоснабжения. Особое внимание уделено дефициту оперативного реагирования и человеческому фактору при возникновении скрытых утечек. Выявлены ограничения существующих автоматизированных систем контроля, не обладающих достаточной прогнозной аналитикой. По результатам анализа предложена концепция интеллектуальной системы мониторинга, базирующаяся на алгоритмах нейронных сетей и современных датчиках. Разработанный алгоритм позволяет не только фиксировать факт утечки, но и прогнозировать потенциально опасные участки, что способствует минимизации рисков и повышению общего уровня технологической безопасности газового хозяйства.

Ключевые слова: газовая безопасность, мониторинг утечек газа, интеллектуальные системы контроля, эксплуатация сетей газораспределения, нейронные сети в промышленности, предотвращение техногенных рисков, автоматизация газового хозяйства, предикативная аналитика.

По мнению авторов, текущее состояние систем безопасности в секторе газопотребления характеризуется технологическим отставанием традиционных методов контроля на фоне критической необходимости внедрения интеллектуальных средств мониторинга.

Безопасность газового хозяйства обоснованно остается одним из ключевых приоритетов отрасли. Рассматривая газоснабжение жилого и коммунально-бытового сектора, можно, к сожалению, констатировать факт наличия, и, в некоторой степени, сохранения динамики возникновения отказов в работе оборудования, а также аварийных ситуаций. В первую очередь утечки газа несут серьезные риски: от угрозы жизни и здоровью людей до масштабных экологических последствий и экономического ущерба. При этом рост количества газифицируемых домовладений (как многоквартирных, так и частных), износ инфраструктуры и усложнение условий эксплуатации (что наиболее характерно для условий стесненной городской застройки) делают традиционные методы контроля работы сетей газопотребления и газоиспользующего оборудования все менее эффективными.

Обращаясь к современному состоянию и организации систем безопасной эксплуатации бытового газоиспользующего оборудования необходимо отметить, что в большинстве случаев система автоматического контроля загазованности (далее – САКЗ) горючими газами в нежилом помещении (теплогенераторной или кухне) представляет собой логичную, сложившуюся годами схему, в которой имеется первичное устройство для измерения концентрации газовоздушной смеси, данные с которого передаются в узел работы с информацией, в котором происходит анализ полученных данных на предмет опасности измеренной концентрации и выдается команда на закрытие исполнительного устройства – быстродействующего клапана на газопроводе, а также на посыл световых и звуковых сигналов для привлечения внимания пользователей (см. рис. 1).

Существенным недостатком современных серийно выпускаемых САКЗ является тот факт, что все они реагируют на аварийную ситуацию постфактум, т.е. предварительно зафиксировав опасную концентрацию горючего газа. Кроме того, важным условием функционирования описанной схемы является наличие бесперебойного электропитания. Заметим, что у большинства серийно выпускаемых САКЗ электропитание организовано от сети переменного тока напряжением 220 В, а резервное питание (которое обеспечивает автономность, бесперебойность, а значит и безопасность) может быть реализовано лишь как дополнительная (и весьма дорогостоящая) опция, исходя из условий эксплуатации (например, при регулярных перебоях в электроснабжении) – по желанию заказчика. Наконец, в качестве еще одного конструктивного недостатка отметим, что большинство серийных САКЗ в стандартном исполнении рассчитано на локальное размещение в обслуживаемом помещении и оснащено лишь световой и звуковой сигнализацией, без возможности удаленной отправка SMS или push-уведомлений на мобильное устройство абонента.

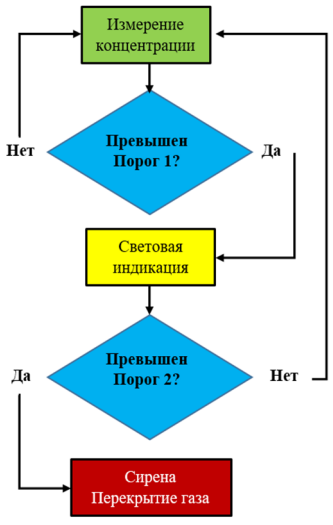


Рис. 1. Принцип работы традиционной САКЗ

Практика российских газораспределительных организаций (далее ГРО) показывает, что при всей очевидной пользе и относительной небольшой стоимости значительная часть абонентов предпочитает не только не устанавливать САКЗ, но и старается демонтировать или отключить установленную ранее систему. Причины такого поведения абонентов принято объяснять субъективными факторами: непониманием опасности взрыва газо-воздушной смеси, нежеланием оплачивать дополнительную систему и ее дальнейшее обслуживание, отсутствием средств и т.п. Однако, существуют и объективные недостатки САКЗ. Абсолютное большинство абонентов отталкивает высокий процент ложных срабатываний при пользовании газом. Причины этих срабатываний: несовершенство и технические ограничения сенсоров горючих газов, отклонения от нормативных значений измерительного устройства в связи со старением электронных компонентов, и/или изменением условий микроклимата в контролируемом помещении. Многочисленные ложные срабатывания фактически уничтожают репутацию САКЗ. С одной стороны, ложные срабатывания вынуждают абонентов обращаться в аварийную службу ГРО, что негативно сказывается на ее работе – вместо устранения реальных аварийных ситуаций сотрудники выезжают на ложные, по существу, вызовы. С другой стороны, сталкиваясь с ложными срабатываниями абонент перестает доверять сигналам системы, а раз так – зачем она нужна?

В сложившихся условиях особую актуальность приобретает внедрение интеллектуальных систем мониторинга и контроля утечек газа (далее – ИСМКУ). Такие устройства обещают не только повысить оперативность обнаружения нештатных ситуаций, но и обеспечить прогнозную аналитику – предоставить возможность обнаруживать потенциально опасные участки до возникновения критических неисправностей.

Для повышения надежности и безопасности эксплуатации газового оборудования предлагается техническое устройство, предназначенное для замены традиционных САКЗ. Принцип его действия основан на непрерывном измерении параметров задымления и загазованности горючими газами: при обнаружении угрозы подаются световой и звуковой сигналы. Помимо этого, устройство обеспечивает постоянный автоматический контроль работы вентиляции в помещении и, при возникновении опасных факторов, блокирует подачу газа. Ключевое преимущество предлагаемой схемы – совмещение многоуровневого мониторинга с интеллектуальной обработкой получаемых данных.

В базовую конфигурацию системы входят следующие компоненты:

- блок обнаружения – центральный узел, включающий микроконтроллер и комплекс датчиков;
- датчики контролируемых параметров, фиксирующие критические изменения среды;
- передающее устройство, обеспечивающее связь с внешними службами;
- устройство звуковой и световой сигнализации, которое мгновенно информирует пользователя о возникновении опасности;
- быстродействующий электромагнитный клапан, перекрывающий подачу газа при обнаружении утечки.

Новизна технического решения заключается в том, что предлагаемую систему мониторинга газифицированных помещений, в отличие от описанного ранее традиционного аналога, дополняют элементы, существенно расширяющие ее функциональные возможности, а именно:

1) датчик дифференциального давления, устанавливаемый в систему вытяжной вентиляции; его назначение – непрерывная оценка изменяющейся во времени интенсивности потока вытяжного воздуха; это позволит микроконтроллеру системы осуществлять непрерывный мониторинг кратности воздухообмена, а также корректировать показания других датчиков с учетом движения воздушных масс, т.е. учитывая индивидуальные особенности вентиляции в каждом конкретном газифицированном помещении; это позволит повысить точность выявления утечек горючего газа;

2) высокочувствительные датчики контроля концентрации метана, размещаемые в зонах наиболее вероятного скопления горючего газа в помещении, позволяющие более точно определить место утечки; использование высокочувствительных датчиков концентрации метана, кроме того, позволит снизить количество ложных срабатываний системы, а также собрать статические данные о случаях возникновения незначительных концентраций метана в воздухе помещения, что в дальнейшем будет использовано для обучения модели искусственного интеллекта;

3) датчики дыма, размещаемые в верхних зонах смежных помещений с газоиспользующим оборудованием; раннее обнаружение задымления позволит снизить последствия возможного пожара.

Для повышения надежности работы критически важных узлов, в частности блока обнаружения, может быть предусмотрено два варианта его исполнения:

- в виде отдельного устройства, установка которого возможна в газифицированном помещении;
- в интегрированном виде – как часть газоиспользующего оборудования или узла учета газа; на наш взгляд, такое решение удобнее с точки зрения монтажа.

Внутри блока обнаружения находится микроконтроллер, осуществляющий управление системой. К нему подключаются:

- датчики горючих газов, которые непрерывно измеряют концентрацию горючих газов в воздухе помещения;
- датчики угарного газа, непрерывно измеряющие концентрацию окиси углерода в воздухе помещения;
- датчики дыма, непрерывно измеряющие концентрацию дыма в воздухе помещения – для раннего обнаружения возгорания;
- высокочувствительные датчики метана, измеряющие концентрацию метана в воздухе помещения, что является дополнительным признаком утечки горючего газа;
- передающее устройство, обеспечивающее связь с внешними службами.

Для повышения энергонезависимости данное техническое устройство предлагается оснащать комбинированным электропитанием – сетевым с автоматическим переходом на автономное при перебоях в подаче электроэнергии.

В микроконтроллер, помимо функций, предусмотренных [2], [7], также могут быть заложены дополнительные функции: например, самодиагностика (регулярный контроль работоспособности всех датчиков и узлов системы, информирование о необходимости регулярной поверки), учет времени работы оборудования, хранение архива показаний. Обязательное требование – все происходящие события должны фиксироваться в специально отведенной области памяти микроконтроллера для последующего анализа и использования в машинном обучении с целью реализации в перспективе алгоритмов прогнозной аналитики.

Быстродействующий электромагнитный запорный клапан, отвечающий за автоматическое перекрытие подачи газа при возникновении нештатной или аварийной ситуации, размещается на подводящем газопроводе на вводе в помещение. Предусмотрена его защита от несанкционированного срабатывания или вскрытия – для этого используются датчики взлома, которые исключат возможность воздействия потребителя техническое устройство. Возобновления подачи газа после срабатывания клапана будет возможно только аттестованным сотрудником специализированной организации.

Несмотря на очевидные преимущества систем интеллектуального мониторинга, их массовое внедрение в жилом секторе сопряжено с рядом проблем, которые можно разделить на несколько групп: технические, организационные, нормативные и психологические. Предлагаем обсудить их подробнее.

В большинстве жилых зданий эксплуатируется газовое оборудование разных поколений – от морально устаревших моделей без каких-либо электронных интерфейсов до современных котлов и плит со встроенными контроллерами. Интегрировать единую систему мониторинга в такой «разношерстный» парк крайне сложно. Зачастую требуется не просто установка дополнительных датчиков, но и глубокая модернизация самого оборудования, что для конечного пользователя оборачивается значительными затратами.

На рынке присутствует множество решений от разных производителей (к примеру, оборудование Pergam LMS и LMS mini [9], беспроводные сенсорные сети обнаружения утечек газа [10]), и далеко не всегда они способны взаимодействовать друг с другом. Отсутствие унифицированных протоколов обмена данными (особенно в сегменте недорогих устройств) приводит к тому, что система либо работает как набор изолированных компонентов, либо требует применения дорогостоящих шлюзов и адаптеров. Это снижает надежность и увеличивает стоимость внедрения.

Интеллектуальный мониторинг подразумевает постоянную передачу данных, что делает систему зависимой от стабильности интернет-соединения и наличия электропитания. В многоквартирных домах, особенно в регионах со слабой инфраструктурой связи, обеспечить бесперебойный обмен информацией удается не всегда. Кроме того, большинство бытовых газовых приборов исторически проектировались как автономные, и внедрение элементов, требующих питания, создает дополнительные риски при отключениях электроэнергии.

Передача информации о состоянии газового оборудования, показаниях датчиков и параметрах работы в облачные сервисы или на пульты диспетчерских служб открывает новые векторы уязвимости. Хотя и существующие нормативные требования, определяемые в [3], [5] представляют собой детальное проработанные каналы передачи и работы с дан-

ными, но при этом все равно возникнут вопросы защиты от несанкционированного доступа, подмены сигналов и сохранности персональных данных пользователей, которые в настоящее время остаются во многом открытыми. Любое внешнее вмешательство в систему, управляющую подачей газа, несет прямую угрозу безопасности, поэтому требования к защите таких решений должны быть особенно жесткими.

Действующая нормативная база в области газоснабжения и эксплуатации внутридомового оборудования не содержит четких предписаний по использованию интеллектуальных систем мониторинга. Отсутствуют единые требования к их проектированию, монтажу и сертификации. Это порождает правовую неопределенность: кто несет ответственность за корректную работу системы — производитель, монтажная организация, управляющая компания или сам собственник? Без внесения изменений в отраслевые нормы масштабирование таких решений тормозится.

Для массового внедрения требуется понятная и прозрачная модель финансирования. Установка систем интеллектуального мониторинга увеличивает первоначальные затраты как для застройщиков, так и для жильцов. Кроме того, возникают вопросы о том, сколько будет стоить обслуживание, поверка и калибровка датчиков, замена элементов питания. Если не будет сформировано экономически обоснованных стимулов (например, снижения страховых взносов или дифференциации платы за техническое обслуживание), то внедрение интеллектуальных систем не реально.

Интеллектуальные системы требуют определенного уровня цифровой грамотности населения. Часть пользователей (особенно пожилого возраста) настороженно относится к автоматическому управлению газовыми приборами, опасаясь сложностей в обращении. Необходимо не только проектировать интерфейсы максимально интуитивными, но и проводить разъяснительную работу, чтобы сформировать доверие к подобным технологиям.

Несмотря на перечисленные сложности, внедрение интеллектуальных систем мониторинга в сферу бытового газопотребления открывает широкие возможности для повышения безопасности, эффективности и управляемости всего газораспределительного комплекса. Дальнейшее развитие этого направления видится по нескольким ключевым векторам.

1. Интеллектуальный мониторинг газового оборудования не должен существовать как изолированное решение. Перспективным является его объединение с общедомовыми системами диспетчеризации, приборами учета электроэнергии и воды, а также с элементами «умного дома». Такой подход позволит не только оперативно реагировать на утечки газа или задымления, но и прогнозировать аварийные ситуации на основе комплексного анализа параметров. Появляется возможность создавать единые дежурно-диспетчерские службы, которые будут в режиме реального времени видеть состояние газового оборудования во всех подключенных зданиях и могут удаленно отключать подачу топлива при риске инцидента.

2. Опыт пилотных проектов и анализ аварийности показывают, что рано или поздно требования к оснащению газифицированных помещений интеллектуальными системами контроля могут быть закреплены на законодательном уровне. Вероятно, это будет происходить поэтапно: сначала для новостроек и объектов социальной сферы, затем – в рамках программ капитального ремонта жилого фонда. Параллельно ожидается разработка единых технических регламентов, которые установят стандарты на состав оборудования, протоколы обмена данными и требования к кибербезопасности, что устранит проблемы совместимости устройств.

3. Снизить зависимость от стационарного интернета и электросетей помогают современные LPWAN-сети (LoRaWAN, NB-IoT, особенности работы которых отражены в [4], [6], [8]), которые обеспечивают надежную передачу сигналов даже в подвальных и удаленных помещениях при минимальном энергопотреблении. Все большее распространение получают датчики и клапаны с длительным сроком автономной работы (до 5…10 лет) и гибридные блоки питания, что позволяет сохранять работоспособность системы при отключении электричества. В перспективе такие решения могут стать стандартом для многоквартирных домов с централизованным газоснабжением.

4. Накопление больших массивов данных о работе газового оборудования и параметрах воздушной среды открывает путь к использованию алгоритмов машинного обучения. Нейросетевые модели способны выявлять аномалии на ранних стадиях – например, предсказывать вероятность утечки по незначительным росту тепловыделений и дымообразования, которые пока не воспринимаются традиционными пороговыми датчиками. Кроме того, интеллектуальный анализ позволяет отделить ложные срабатывания от реальных угроз, сокращая количество необоснованных отключений и повышая доверие пользователей к автоматике.

5. Для массового внедрения необходимы механизмы, делающие интеллектуальный мониторинг финансово привлекательным для всех участников. Речь идет о включении таких систем в перечень обязательных противопожарных мероприятий, что позволит собственникам получать скидки по страховым полисам. Со стороны газораспределительных организаций возможно введение тарифов, стимулирующих оснащение приборами учета с функцией дистанционного контроля параметров безопасности. В качестве положительного примера стоит отметить пилотные проекты в части повышения уровня оснащенности «умными счетчиками» как домовладения, так и коммунально-бытовых потребителей, реализуемых поставщиком природного газа ООО «Газпром межрегионгаз» [1].

6. Осознание того, что конечный пользователь не всегда готов к сложным техническим решениям, подталкивает производителей к разработке максимально простых и наглядных устройств. Это могут быть автономные голосовые оповещатели, световые индикаторы с цветовой кодировкой (зеленый – все в порядке, желтый – требуется проверка, красный – угроза), а также мобильные приложения с крупными элементами управления. Параллельно будут развиваются программы информирования населения, где через управляющие компании и ТСЖ будут разъясняться преимущества и правила эксплуатации таких систем.

7. С учетом текущей геополитической ситуации важной перспективой становится разработка и выпуск отечественных компонентов для интеллектуального мониторинга – от датчиков и микроконтроллеров до запорной арматуры и программного обеспечения. Локализация позволяет снизить стоимость готовых решений, сократить сроки поставок и обеспечить соответствие национальным стандартам безопасности. Кроме того, это создает основу для экспорта технологий на рынки стран, где также актуальна задача модернизации газового хозяйства.

Переход к интеллектуальным системам мониторинга бытового газового оборудования – не просто дань технологическому прогрессу, а объективная необходимость, продиктованная стремлением минимизировать аварийность и риски для жизни людей. Решение существующих проблем лежит в плоскости совместных усилий разработчиков, законодателей, газораспределительных организаций и потребителей газа. При условии комплексного подхода можно ожидать, что в ближайшие 5…10 лет интеллектуальные системы безопасности газа станут таким же привычным элементом жилья, как автоматические выключатели в электрощитах или пожарные извещатели.

Литература

1. Густов, С.В. Планируем суперпроект по оснащению домов „умными“ счетчиками газа [Электронный ресурс] / С.В. Густов // Сайт ООО «Газпром межрегионгаз» от 23.06.2025 г. – Режим доступа: https://mrg.gazprom.ru/press/chief-journal/2025/74/ (Дата обращения 07.04.2026).
2. ГОСТ Р 51841-2001. Программируемые контроллеры. Общие технические требования и методы испытаний [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200029484 (Дата обращения: 07.04.2026).
3. ГОСТ Р 58940-2020. Требования к протоколам обмена информацией между компонентами интеллектуальной системы учета и приборами учета [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200174430 (Дата обращения: 07.04.2026).
4. ГОСТ Р 59026-2024. Информационные технологии. Интернет вещей. Протокол беспроводной передачи данных NB-IoT. Основные параметры [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1309958867 (Дата обращения: 07.04.2026).
5. ГОСТ Р 59966-2021. Протокол обмена информацией между компонентами распределенных интеллектуальных систем учета ресурсов. Протокол интеллектуальных распределенных систем (ПИРС). Основные положения [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200182306 (Дата обращения: 07.04.2026).
6. ГОСТ Р 70036-2022. Информационные технологии. Интернет вещей. Протокол беспроводной передачи данных на основе узкополосной модуляции радиосигнала (NB-Fi) [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200183440 (Дата обращения: 07.04.2026).
7. ГОСТ Р 70442-2023. Слаботочные системы. Кабельные системы. Контроллеры системы домашней автоматизации «умный дом». Общие требования [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: элек-

тронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200195304 (Дата обращения: 07.04.2026).

8. ГОСТ Р 71168-2023. Информационные технологии. Интернет вещей. Спецификация LoRaWAN RU [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1304463285 (Дата обращения: 07.04.2026).

9. Лазерная технология для мониторинга хранилищ газа метана [Электронный ресурс] // Сайт Группы компаний Пергам от 21.09.2021 г. – Режим доступа: https://www.pergam.ru/articles/monitoring-gaza-metana.html (Дата обращения 07.04.2026).

10. Беспроводная система раннего обнаружения утечек газа [Электронный ресурс] // Сайт ООО «ВАРИАНТ ГРУП». – Режим доступа: https://variant-group.ru/solution_sistema-obnaruzheniya-utechek-gaza.html (дата обращения 07.04.2026).

11. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» [Электронный ресурс] // Консорциум КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/573264156?marker=6520IM (Дата обращения: 07.04.2026).

12. Поиск утечек газа в условиях городской среды с помощью IoT (интернет-вещей) [Электронный ресурс] // Сайт ООО «Софтел». – Режим доступа: https://sofiot.ru/blog/poleznye-materialy-iot/poisk-utechek-gaza-v-usloviyakh-gorodskoy-sredy-s-pomoshchyu-iot-internet-veshchey-/ (Дата обращения 07.04.2026).

13. EyeCSite – система количественного детектирования газа [Электронный ресурс] // Сайт Группы компаний Пергам от 21.09.2021 г. – Режим доступа: https://www.pergam.ru/catalog/thermal_imagers/for_gas_leaks/eyecsite.html (Дата обращения 07.04.2026).

14. Системы автономного контроля загазованности СГК Саргазком [Электронный ресурс] // Сайт Группы компаний Армагаз от 21.09.2021 г. – Режим доступа: https://signalizatory.armagaz.ru/ (Дата обращения 07.04.2026).

Problems and prospects for the implementation of intelligent systems for monitoring and controlling gas leaks

Shenogin M.V., Balashov E.S.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletov

This study examines the current state of industrial safety systems within the gas sector, specifically focusing on emergency detection mechanisms. The research analyzes the operational characteristics of monitoring systems for gas distribution networks and consumer facilities. It substantiates the necessity of transitioning from traditional oversight methods to integrated intelligent hardware and software complexes. The study evaluates the impact of factors such as the natural aging of gas infrastructure, the vast territorial scale of networks, and increasing technogenic risks on the reliability of gas supply. Particular attention is paid to the challenges of rapid response and the role of the human factor in detecting hidden leakages. The limitations of existing automated control systems, specifically their lack of predictive analytics, are identified. Based on the findings, the concept of an intelligent monitoring system utilizing neural network algorithms and advanced sensor technology is proposed. The developed framework enables not only the detection of leaks but also the forecasting of potentially hazardous areas, thereby minimizing risks and enhancing the overall technological safety of the gas industry.

Keywords: gas safety, gas leak monitoring, intelligent control systems, operation of gas distribution networks, neural networks in industry, prevention of technogenic risks, gas industry automation, predictive analytics.

References

1. Gustov, S.V. Planning a Superproject to Equip Houses with "Smart" Gas Meters [Electronic resource] / S.V. Gustov // Website of Gazprom Mezhregiongaz LLC dated June 23, 2025. Access mode: https://mrg.gazprom.ru/press/chief-journal/2025/74/ (Accessed on April 7, 2026).
2. GOST R 51841-2001. Programmable Controllers. General Specifications and Test Methods [Electronic resource] // KODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information. Access mode: https://docs.cntd.ru/document/1200029484 (Accessed on April 7, 2026).
3. GOST R 58940-2020. Requirements for information exchange protocols between components of an intelligent metering system and metering devices [Electronic resource] // CODEKS Consortium: electronic collection of legal, scientific and technical information. – Access mode: https://docs.cntd.ru/document/1200174430 (Accessed: 07.04.2026).
4. GOST R 59026-2024. Information technology. Internet of things. NB-IoT wireless data transmission protocol. Main parameters [Electronic resource] // CODEKS Consortium: electronic collection of legal, scientific and technical information. – Access mode: https://docs.cntd.ru/document/1309958867 (Accessed: 07.04.2026).
5. GOST R 59966-2021. Protocol for information exchange between components of distributed intelligent resource metering systems. Intelligent Distributed Systems Protocol (IDSP). Basic Provisions [Electronic resource] // CODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information. – Access Mode: https://docs.cntd.ru/document/1200182306 (Accessed: 07.04.2026).
6. GOST R 70036-2022. Information Technology. Internet of Things. Wireless Data Transmission Protocol Based on Narrowband Fidelity Modulation (NB-Fi) [Electronic resource] // CODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information – Access Mode: https://docs.cntd.ru/document/1200183440 (Accessed: 07.04.2026).
7. GOST R 70442-2023. Low-Current Systems. Cable Systems. Smart Home Automation System Controllers. General Requirements [Electronic resource] // CODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information. – Access mode: https://docs.cntd.ru/document/1200195304 (Accessed: 07.04.2026).
8. GOST R 71168-2023. Information Technology. Internet of Things. LoRaWAN RU Specification [Electronic resource] // CODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information. – Access mode: https://docs.cntd.ru/document/1304463285 (Accessed: 07.04.2026).
9. Laser Technology for Monitoring Methane Gas Storage Facilities [Electronic Resource] // Pergam Group of Companies Website, September 21, 2021 – Access Mode: https://www.pergam.ru/articles/monitoring-gaza-metana.html (Accessed April 7, 2026).
10. Wireless Early Gas Leak Detection System [Electronic Resource] // VARIANT GROUP LLC Website – Access Mode: https://variant-group.ru/solution_sistema-obnaruzheniya-utechek-gaza.html (Accessed April 7, 2026).
11. Federal Norms and Rules in Industrial Safety “Safety Rules for Gas Distribution and Gas Consumption Networks” [Electronic Resource] // KODEKS Consortium: Electronic Collection of Legal, Scientific, and Technical Information. – Available at: https://docs.cntd.ru/document/573264156?marker=6520IM (Accessed: 07.04.2026).
12. Detecting Gas Leaks in Urban Environments Using IoT (Internet of Things) [Electronic Resource] // Softel LLC Website. – Available at: https://sofiot.ru/blog/poleznye-materialy-iot/poisk-utechek-gaza-v-usloviyakh-gorodskoy-sredy-s-pomoshchyu-iot-internet-veshchey-/ (Accessed: 07.04.2026).
13. EyeCSite – a quantitative gas detection system [Electronic resource] // Pergam Group of Companies website from September 21, 2021 – Access mode: https://www.pergam.ru/catalog/thermal_imagers/for_gas_leaks/eyecsite.html (Accessed on April 7, 2026).
14. Autonomous gas contamination monitoring systems of SGK Sargazkom [Electronic resource] // Armagaz Group of Companies website from September 21, 2021 – Access mode: https://signalizatory.armagaz.ru/ (Accessed on April 7, 2026).

INNOVACII i INVESTICII
№5 2026
научно–аналитический журнал
ISSN 2307-180X
ИННОВАЦИИ и ИНВЕСТИЦИИ

INNOVATION MANAGEMENT

Assessing the Effectiveness of Financial Support for Innovation Policy in a Region (using the Irkutsk Region as an Example). Antipina, O.V., Wang Yan, Rudkovskaya, V.A. 5
Resource Complementarity between Large Businesses and Small Innovative Companies. Voitenko, I.R. 9
Strategic Management of Industrial Innovation Activity Using Digital Methods. Kovalev, N.A., Korobova, S.I. 13
Conceptualizing Residual Value in Innovation Management: Bridging the Theoretical Gap in Commercialization Research. Korosteleva, O.A. 16
Integrating Data and Impact Economics: New Drivers of Innovation and Transformation of Investment Models. Kulikova, I.Yu. 19
Analysis of Innovative Transformation in Russian Regions. Moshnov, A.V 22
Fundamentals of Developing an Enterprise Innovation Environment Management Strategy. Mukhametyanova, A.R. 25
Artificial Intelligence – a New Technological Revolution and a New Challenge for Humanity. Peshkova G.Yu., Shvets Ya.O. 29
Characteristics of Innovative Development of the Oil and Gas Complex in the Regions of the Siberian Federal District. Antipina O.V., Rudkovskaya V.A., Wang Yan 33
The Role of Innovation in Ensuring Sustainable Regional Development: A Synthesis of Environmental, Economic, and Social Aspects. Sokolov S.N., Jian Zhang, Yepinina V.S. 37
A Product-Based Approach to Managing Innovation Projects in Large Corporations: Evolution, Content, and Methodological Limitations. Fedorov D.A. 41
Organizational and Economic Mechanisms for Stimulating Innovative Activity in Education: From One-Time Projects to Systemic Management. Tsvetkov N.N. 44
A Conceptual Approach to Modeling the Regional Education System for Assessing Innovative Activity. Tsvetkov N.N. 48
Students as a Resource for Scientific and Innovative Development in Russia: Integration of Education, Science, and Production in the Context of Digital Transformation. Chagaryan D.E. 51
Characteristics of Innovative Development of Territories: Financial Aspects and Risks. Perepechkina E.A., Chernikina E.V., Kotova T.V. 55
Innovative Solutions as a Factor in Improving the Competitiveness of Marketplaces. Shevchenko S.S. 60
Challenges in Assessing the Value of Intellectual Property Objects as Part of an Innovative Product. Gaytanova D.D. 64
The Impact of Platform Ecosystems on the Innovative Potential of IT Companies in Russia. Semeshkin N.I. 68
Characteristics of the Formation of the Automotive Industry in the USSR and Post-Soviet Russia: Institutional and Economic Barriers. Shamsutdinova G.I. 70

INVESTMENT MANAGEMENT

Renewable Energy Development in Russia: Time Series Analysis, Investment Trends, and a Long-Term Forecast to 2050. A. A. Gadirov 73
Modern Approaches to Assessing the Investment Attractiveness of the Automotive Industry in the Economic Security System. A. A. Korolev 77
Financial Modeling in the Architecture of Strategic Investment Management: A Systems Approach under Uncertainty. M. S. Svetlov 82

THEORY AND HISTORY OF ECONOMY

Theoretical Provisions and the Concept of Customs Control over the Movement of Goods Containing Intellectual Property Based on a Service-Centric Approach. A. K. Ibragimov 87
Organizational Structure and Management Features of the Automotive Industry in the Russian Empire: Historical Lessons, Operating Patterns, and Developmental Features. A. O. Merenkov, A. A. Stepanov 91
Characteristics of the Organization of the Automobile Industry in the Soviet Union. Merenkov, A.O., Stepanov, A.A. 93
Explaining the Apparent Failure of Okun's Law in China: Hidden Unemployment and Demographic Factors. Mu To 96
"Pedagogical Resistance" as a Scientific Category in the Context of the Digital Transformation of Education. Chugunova, O.A., Prorokova, E.A., Pruttskova, S.V., Sapozhnikova, E.S. 101
Network Effect: Externalities of Digital Platforms. Sokolov, M.D. 104

GLOBAL EXPERIENCE

Factors of Resilience of Global Value Chains in the Context of Global Economic Fragmentation. Wang Chen 108
The "Green Emirate" Concept and Net Zero 2050 in the UAE: Policy and Structural Transformation of the Economy. Vityazyeva, A.A. 112
Digital Transformation of Chinese Enterprises and How They Adopt Technological Innovations. Guo Yanghio 115
Analysis of the Competitiveness of the International North-South Transport Corridor in the Context of Geopolitical Turbulence and Regional Conflicts. Gulin V.N. 118
The Prospects of the Digital Ruble in International Payment Relations in the Context of Limited Applicability of Cryptocurrencies and the Use of Multilateral Clearing. Kuznetsov A.S. 122
Chinese Exports of High-Tech Solutions for a "Green Transition." Nakleskina A.V. 126
AI as an Asset and a Source of Systemic Risk: An Economic and Regulatory Analysis Using China as an Example. Sargsyan V.V., Chaika E.M. 130
Assessing the Effectiveness of Integration Cooperation within the EAEU under Sanctions Pressure (2022-2025). Tao Peizhan 134
Similarities and Differences in the Socioeconomic Development of Russian-Chinese Border Areas. Zhao Meina 138
Intellectual Property as a Strategic Resource for Small and Medium-Sized Enterprises x enterprises of Vietnam. Chen Changrui 141
The Development Potential of the Biogas Industry in Brazil. Popadko N.V., Serapiao A.K. 145
Azerbaijan as a Key Player in the Caspian-Black Sea Energy Corridor: An Analysis of Gas Diplomacy and Regional Energy Projects. Popadko N.V., Polaeva G.B., Gezalov N.A. 149
Force Majeure in International Contractual Relations, the Impact of Pandemics, Wars, and Sanctions on the Regulation of World Trade. Polaeva G.B., Shevchenko E.T. 153

MANAGEMENT THEORY. MANAGEMENT. MARKETING

Innovative Educational Technologies and Their Use for Career Guidance of High School Students. Averianova A.R., Treiman M.G. 156
Problems of Corporate Governance in the Construction Business and Ways to Eliminate Them. Ainetdinov D.T., Zaitsev A.G. 159
Theoretical Foundations of Automated Quality Control of Personnel Selection and Its Place in the Corporate Governance System. Artemkina E.V., Sviridchuk G.P. 161
Integration of AI Avatars into the Enterprise's Digital Infrastructure Taking into Account Legal Regulation. Bezdudnaya A.G., Bryukhanov D.I., Bolotov N.V. 164
Modeling Strategic Communication Gaps and Feedback Mechanisms in the Process of Formulating and Implementing Enterprise Strategy. Boisova D.G., Chervyakov V.N. 169
Human Capital as a Resource for Reducing Environmental Risks in Construction Organizations. Bratchikov D.S. 172
Evolution of Approaches to Strategic Enterprise Management. Dzhancharova G.K., Kozhina V.O., Bastrykina T.S. 175
Development of a Model for Assessing the Economic Efficiency of Digital Twins in the Operational Management of an Industrial Enterprise. Dyatchina E.V., Maslennikova I.L., Mukhtarova E.A., Redkokashina K.P., Yudina D.S. 179
Diagnosing a Company's Corporate Culture as a Tool for Effective Digital and ESG Transformation. Kornyakov M.V., Gutgarts R.D., Berezhnykh M.V., Evdokimenko S.S. 184
The Concept of Risk-Inducing Substitution of Human Capital: A Theoretical Model of Cascading Risk Formation in the Algorithmization of Organizational Management. Ergunova O.T., Orlova O.Yu. 188
Adaptive Model of Strategic Competitiveness Support for Small and Medium-Sized Enterprises. Katyshev E.P. 192
Jobs–Archetype Mapping Methodology in Branding: A Synthesis of the Jobs to Be Done and Archetypal Modeling Approaches. E. V. Kovalev. 195
Theoretical Foundations of Coaching Management in Civil Aviation Organizations. V. D. Kologorov, A. G. Dmitriev. 200
Various Methods of Organizational Management in the Context of Digital Transformation. A. A. Kopyshev. 203

A KPI System for Civil Servants as a Tool for Strategic HR Management. E. A. Krasnov..... 206
The Impact of Corporate Governance on the Operational and Financial Performance of Russian State-Owned Companies. A. A. Lozhnikov. 210
The Impact of Emotional Marketing on Consumer Choice of Pet Food Packaging. E. A. Luneva. 214
Customer Experience Management in a Dental Clinic Based on the "Powers of Customer Experience" Framework. E. A. Luneva. 218
Ownership Audit as a Tool for Developing a Small Enterprise Business Model in the Light Industry: Methodology and Software Implementation. Malakhov, A.A. 222
The Impact of Higher Education on the Quality of the Labor Force: Russian Experience and Global Trends. Mottaeva, A.B., Gubaydullin, R.M., Solodar, A.A. 224
Forms of Organizing Supplemental Education for Schoolchildren in Video Game Development: Status and Challenges. Muravyova, Yu.A. 229
Strategic Management of University Project Activities Based on Stakeholder Management Theory. Pyshkov, N.I., Frolova, V.Yu. 233
Integration of Neural Network Solutions into Corporate Management: Development Prospects and Key Risks. Rodionov, E.A. 236
Feedback Generation Based on a Neural Network. Ryabov, D.I., Ibragimkhalilov, R.T. 240
Digitalization of Government Functions in Regulating Labor Relations. Smirnov T.V. 244
Labor Economics in the Context of a Declining Working-Age Population. Sopiga V.A., Granina N.F. 248
Conceptual Foundations of the "National Production Risk Management—2037" (NURP—2037) Model. Strizhkov Vladislav A. 253
A Hybrid Model for Assessing the Effect of Artificial Intelligence Implementation on Enterprise Productivity: Econometric Analysis, Panel Data, and the Organization's Digital Footprint. Subocheva M.Yu., Ignatova E.I., Mitrofanova Ya.S., Goncharov V.I. 257
Risks and Obstacles Associated with the Organizational Mechanism for Implementing a Project-Based Approach to Supporting the Operations of State-Owned Enterprises. Polovova T.A., Fedoseyev I.V. 260
Robotized Process Automation (RPA) and the Implementation of Artificial Intelligence in Business Process Modeling: Cases and Effects. Frolov S.A. 262
Research into a New Paradigm of Chinese-Russian Cooperation: A Study of the PPP Model for a Transport and Logistics Hub in the Far East within the Framework of the Belt and Road Initiative. Jia Yikun. 264
Theoretical Aspects of the Formation and Development of Human Capital in Rural Areas. Shchetnikova V.V., Chepeleva K.V., Shmeleva Zh.N. 268
Development of a Business Management Algorithm. carried on a digital trading platform. Shulga V.Yu. 272
Methods for Assessing the Effectiveness of ESG Initiatives in Corporate Governance. Yang Xiao 277
Business Games: A New Trend in Corporate Training. Prokhorova S.V., Glazunov G.V., Zhuchkova T.A. 281
Modern Approaches to Studying the Problems of Using AI to Ensure National Food Security. Logvinov D.V..... 285
Ways to Improve the Efficiency of an Asphalt Concrete Plant. Nikitaev M.M. 289
Modern Concepts for Managing Regional Human Resources in the Context of Multidimensional Uncertainty: Critical Analysis and Directions for Methodological Synthesis. Tabakov N.A..... 293

ECONOMY OF INDUSTRIES AND REGIONS. STATE AND MUNICIPAL GOVERNANCE

From Infrastructure Development to Innovative Ecosystems: Improving Regional Policy for Technology Park Management in Russia. Batin, S.L. 296
Rational Land Use as a Factor in the Ecological and Economic Sustainability of a Region. B.R. Budaeva 298
Modern Methods for Forecasting Electricity Consumption from Renewable Sources: A Comparative Analysis and Application Prospects. A.A. Gadirov ...302
The Role of State-Partnered Companies in Achieving Strategic National Development Goals. F.S. Gordeev 306
Audit Activities in Compulsory Municipal Institutions: Independent Levels of Information for Identifying Inter-Level Inconsistencies in Controlled Object Data. Yu.N. Dmitriev 309
Young Families in the Housing Market: Barriers to Improving Housing Conditions in Modern Russia. Domozhilov V.Yu., Mukhtarov D.Sh., Vasikov P.V., Nikulitsa S.O., Semenova A.A. 313
Efficiency of Interaction between Municipal Authorities and Small Businesses. Zhvanenko S.A., Kolesnikova E.A., Zhvanenko K.I. 315
Ecological and Economic Efficiency as a Factor in the Competitiveness of Crop Producers under Resource Constraints. Glebov I.P., Zhdanov V.Yu. 318
Adaptation of Pharmaceutical Supply Chains in Russia in the Context of Structural Shocks: Scenario Modeling of Risks and Costs. Zheleznyakov M.V. 321
Clustering of Regions of the Central Federal District by Level of Socioeconomic Development. Kozlov D.A. 326
Managing the Development of a Region's Digital Potential in the Context of the Transition to a Data Economy: An Investment and Innovation Approach. Kulikova I.Yu. 329
Technological Architecture of Modern Mechanical Engineering Complexes: Innovative Engineering Solutions and Industry-Specific Implementation Effects. Kurovsky S.V., Mishin D.A., Laskin E.P. 333
Development Prospects and Efficiency of Urban Clusters in the National Economy. Trunov I.M., Lobanova A.G. 337
Development of a System of Indicators for Assessing the Degree of Implementation of the Coal Chemical Industry Strategy in the Kemerovo Region-Kuzbass. Loginov D.L. 341
Transformation of the Mechanism of Interaction between Customs and Tax Authorities in the Context of Economic Digitalization. Maslennikov V.V. 346
The Impact of Digital Transformation on Regional Economic Diversification: An Analysis of Barriers and Drivers for Industry Complexes. Mikhailenko A.R., Rodionov A.V., Kovalenko T.I., Chalenko V.V. 351
Economic Turbulence as a Factor in the Transformation of Small Business Support Mechanisms in the Russian Federation. Orlovsky, M.K. 355
Regional Aspects of Supporting Families with Children in the Context of Demographic Challenges in Russia. Pochekutova, E.N., Zeltser, A.I. 359
Strategic Management of Small Enterprise Development in the Sphere of Software Development in the Context of Digital Transformation. Prilepsky, I.A. 363
The Impact of External and Internal Environmental Factors on the Management Efficiency of a Clothing Retail Business: A Practical Case. Razin, S.A., Potapova, O.N. 366
Modeling Investment Attractiveness Factors in the Context of Sanctions Pressure and Import Substitution. Runkov, V.D., Ivanova, O.E. 369
Assessing the Socioeconomic Resilience of Russian Regions in the Context of Structural Shocks and Global Uncertainty. Savelyev, D.A. 373
Transformation of Export Activities of Russian Metallurgical Enterprises in the Context of Sanctions Restrictions. Smirny, K.Yu. 378
A Conceptual Model for Managing the Cost and Timeframe of Individual Housing Construction under Project Financing. Stolyarov, A.I. 382
Application of Management Tools and a Systems Approach in the Russian Oil and Gas Complex. Treiman, M.G. 386
Working Conditions in the Construction Industry and Directions for Improving the Professional Risk Management System. Pavlyuchko, I.P., Nesterov, D.A., Tutkushbaev, T.D. 389
Improving the Efficiency of Housing and Public Utilities. Urazaev, E.R., Shitov, V.N. 392
Institutional Architecture for Implementing an Adaptive Agricultural Policy System in the Context of Technological Transformation and Geopolitical Instability. Khalyapin, A.A. 395
Approaches to Implementing Innovative Processes in Engineering Systems. Chernevov, V.A. 399
Creative Industries as a Condition for Improving the Competitiveness of Small Towns: Proactive Practices in the Sverdlovsk Region (using the city of Alapaevsk as an Example). Shanin A.A..... 404
Stimulating the Socioeconomic Development of the Region to Ensure Its Economic Security and sustainable economic growth (using the Nizhny Novgorod region as an example). Ivonina O.G., Ablyazova N.O., Bochkova M.V., Galkina M.I., Semencheva A.V. 408
Integration of global practices in the design of agro-industrial enterprises in the urban environment of Donbas: typologies, standards, and adaptation. Parakonny A.O. 411
The influence of product research methods in the digital economy: a case study of navigation services. Star I.A. 414
Artificial intelligence as a driver of digital transformation in the agro-industrial complex. Butova T.V., Artemyev O.G., Pompaeva S.N., Korenko Yu.M. 418

MODERN TECHNOLOGIES

On predictive maintenance of industrial equipment using data science. Mayorov E.E. 421
Development of an algorithm for automated creation of lighting scenarios based on musical data analysis. Arefyev A.V., Belyakova A.S., Tulegenov A.R. 423
Architecture of an orchestrator agent for automating the full software development cycle: Concept and organizational and technical aspects of implementation. Borovskikh I.I., Sokolov M.A., Gizzatullin A.R. 426
Assessing the role of lateral stable elements perpendicular to the earthquake direction in counteracting its consequences. Garkin I.N., Kashefi Behzad 431
Characteristics of helicopter transportation of passengers and cargo to hard-to-reach hydrocarbon deposits. Golyzhnikova D.Yu., Prokhorov O.A. 435
Comparative assessment of local and server AAA in a corporate network infrastructure: Impact on information security incidents, audit of administrator actions, and business risks. Kruglov A.M., Dushko I.A., Redkin I.D., Yurkova V.R. 439
Multimodality and Multisensory Approaches as a New Trend in the Development of Universal Measuring Instruments. Epifantsev K.V. 442
Stochastic Modeling of Water Quality Formation Processes in the Northern Dvina River Estuary Exposed to Industrial Effluents. Zhilnikova N.A. 445

Modeling Ball Play During Pressing in Football by Mobile Robots. Kuzmin A.O., Boyarkina Yu.V., Pavlova K.V., Alekseev M.V. 449
A Partnership Model for a University, an IT Company, and a Video Game Startup. Muravyova Yu.A. 452
Modern Approaches to Teaching Exact Sciences: A Comparative Analysis of International and Russian Experience. Titov V.E. 456
Deepfakes: Threat and Countermeasures. Fomicheva T.L. 459
Assessing Resources for Forest Fire Prevention in Yakutia. Yakovlev V.A., Nikitina M.M. 462

FINANCE. TAXATION. INSURANCE

A Study of Correlations between the Russian Ruble, the Armenian Dram, and the Kyrgyz Som under Sanctions. Azimkov V.E. 467
The Impact of Digital Transformation on Optimizing Financial Performance in the Fuel and Energy Sector. Alimzhanov A.K. 471
Models for Implementing Central Bank Digital Currencies in Foreign Practice: Implications for the Russian Financial System. Angelovsky A.S. 474
Regional Budget Expenditure Management in January 2026: Initial Results and Trends. Balynin I.V., Terekhova T.B. 478
Stress Testing Loan Portfolios of the Russian Banking System. Evdokimov M.D. 483
International Classification of Digital Assets: A Comparative Analysis of Regulatory Approaches. Zhuravlev A.A. 487
Implementation of the Convergent Formula Pricing Method to Improve the Overall Stability of Long-Term Contracts in the Metallurgy Sector. I.V. Kolomeets. 492
Changing the Format of the Global Payment System: From SWIFT to a Decentralized Architecture. D.M. Kruk, L.G. Belova. 496
Behavioral Antecedents of Inflation Expectations. R.V. Livanova, S.K. Tarchokov, Yu.N. Kepa. 500
Information and Algorithmic Analysis in Trend Tracking and Securities Valuation. E.E. Maiorov. 503
Application of Quantitative Methods in Portfolio Management on the Russian Stock Market: A Bibliometric Analysis of a Thematic Selection of Publications. Z.I. Nedorezov. 506
Subfederal Bonds as an Independent Segment of the Russian Federation Bond Market. T.A. Popova, A.R. Popova. 511
The Russian Banking Sector in Current Conditions: Analysis of the Status and Assessment of the Impact of Destabilizing Factors on Its Stability and Development. Savchina, O.V., Usacheva, V.D., Savchina, O.V. 515
Secondary Sanctions as a Tool for Transforming the International Financial Architecture. Tatarov, T.V. 520
Digital Transformation of Financial Education: New Requirements for Training Financial Specialists. Titov, V.E. 524
Comparative Analysis of Tax Incentives, Subsidies, and Tariff Regulation to Accelerate the Adoption of Low-Carbon Technologies in Logging, Processing, and Logistics. Zong Zitong 526

MATHEMATICAL, STATISTICAL, AND INSTRUMENTAL MODELING

Bayesian Algorithm for Estimating Dynamic Correlation: A Comparison with the BEKK-GARCH and Sliding Window Methods. Ayvazyan, G.V. 530
Instrumental Methods for Investment and Analytical Valuation of Residential Real Estate: A Comparative Analysis of Econometric and Neural Network Models. Alikova, A.A. 535
Application of Graph Neural Networks for Modeling Complex Enterprise Processes. Fedyukin, D.A., Kudryavtsev, S.D., Zatsepin, A.S., Mironov, N.M., Tarasova, O.B. 539
Evolution of Market Structure in Digital Ecosystems: From Monopoly to "Competition" collaboration." Fetyukov N.O. 543
Models and information technologies for managing digital currency transactions. Fomin V.E. 546
Mathematical models for assessing the efficiency of resource use in the forestry complex. Shulgin E.D. 549

CONSTRUCTION. ARCHITECTURE

Architectural design of high-tech facilities. Alam El Din Sabrina Hassan, Garkin I.N., Yao L.M., Akhmetov Sh.R. 553
Architectural models for sustainable and intelligent buildings: typology and evaluation based on specific examples. Abbaszadeh Nastaran, Kurochkina V.A., Medani Shoaib 556
Modeling dynamic impacts on fortifications of World War I. Antropova D.D., Sofronova E.A., Sokolov A.A., Sokolov N.A. 560
A modified Drucker-Prager model for analyzing the stress-strain state of concrete structures. Askerov R.Sh., Ivanov M.S., Galiev I.A., Nezhurin E.A. 564
The influence of metal structures on the architecture of exhibition pavilions. Belenya I.M. 569
Optimization of organizational and technological solutions in the reconstruction of residential buildings in dense urban areas. Berezkin I.D., Karachaeva N.D., Smirnov G.D., Zemskikh K.A., Bidov T.Kh. 573
Improving the scheduling of construction processes using digital BIM technologies. Berezkin I.D., Karachaeva N.D., Smirnov G.D., Zemskikh K.A., Bidov T.Kh. 576
The influence of urbanized soils on the reliability of foundations. Burulov M.S., Levichkin I.N., Popov S.E., Malyshev N.S., Leonov K.V. 579
Principles of Transforming Botanical Images in Parametric Architecture. Golik M.V., Gorodova M.N., Arkhipova A.V. 582
Traffic Flow Analysis Using Computer Vision Methods. Kulikov M.A., Golykh O.V., Khmyzov D.A., Shapovalov S.S., Osadchiy I.V. 586
Improving Fire-Fighting Automation Systems for Fire- and Explosion-Hazardous Petroleum Product Storage Facilities. Golyakova E.I., Filkova A.P., Snezhko A.A., Malyshevskaya L.G. 590
Application of 3D Printing in Construction. Gorbatenko D.A., Pustenko Ya.V., Volodin V.A., Lazareva A.S., Burunov A.S. 593
Integration of Automated Control Systems into Utility Networks. Gorbatenko D.A., Pustenko Ya.V., Volodin V.A., Lazareva A.S., Burunov A.S. 596
A Systems Approach to Instrumental Monitoring of Utility Systems in a Residential Building: Priority Development Areas and Technological Support. Vinogradova E.V., Gorbunov I.A., Tyuleneva P.V. 598
A Study of the Operation of a Ventilation System with a Rotary Heater in a Renovated Building. Gruber K.A. 601
Sustainable Urban Environment: Modern Approaches to Tire Recycling and 3D Printing in Construction. Kozmina E.Yu., Gurik V.A., Polyakov V.G. 604
Prospects for Using Worn Tires in Developing Sustainable Urban Infrastructure. Kozmina E.Yu., Gurik V.A., Mavlyutov R.R. 608
Comparative Calculation of the Energy Efficiency of Various Types of Wall Panels. Danilov N.D., Mamash M.M., Appakov S.E., Shibzukhov M.M., Zotova A.A. 612
Calculated Forecast of Deformations of Multi-Story Buildings on Pile Foundations in Conditions of a Large Thickness of Soft Soils. Degtereva E.E., Duryagin K.M., Kozyrev K.S. 614
An Innovative Approach to Geotechnical Works in Multi-Story Construction. Degtereva E.E., Duryagin K.M., Osokin A.I. 619
Dilapidated Housing Stock in Russia: Dynamics, Causes, and Effectiveness of Resettlement Programs. Domozhilov V.Yu., Mukhtarov D.Sh., Vasikov P.V., Nikulitsa S.O., Semenova A.A. 622
Optical Fibers in the Architecture of Modern Residential Complexes: Analysis of Solutions and Application Prospects. Dorozhkina E.A. 624
Basic Principles for the Development of New Designations for Welding and Metalworking Technologies. Epifantsev K.V. 627
Design of Energy-Efficient Enclosing Structures in the Far North (using the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug as an Example). Zhilina T.S., Chernyshev D.A. 629
Modern Airport Architecture Worldwide. Panchenko A.D., Lyapicheva A.D., Nikitina A.A. 632
Assessment of the Strength Characteristics of Modified Diatomite-Based Concrete Using Static Calculation. Yordanos Mogse Girma, M. Rynkovskaya, Abubakar Sidiki Traore 636
Comparative Technical and Economic Analysis of Basalt Fiber-Reinforced Concrete Mix Designs for Housing Construction in Zambia. Kaluba Chewe, Safaa Hamud, M. Rynkovskaya, M. Mbele Ndzana, M. D., Maryam Saberi 639
Analysis of Operational Features of Construction Projects in Karst Areas. V. A. Kirsh 642
Karst Risk of Capital Construction Projects in Karst Areas. V. A. Kirsh 645
Architectural and Creative Interpretation of Gbankor Brick: An Example of Sustainable Residential Architecture in Ghana. Eugene Neizer Kissi 648
Use of Artificial Intelligence in the Design of Buildings and Structures. V. N. Kolchin 652
Features of the Architectural Appearance of Modern Schools and the Soviet Period. E.A. Konovalova. 656
Technologies for Strengthening Load-Bearing Structures during Building Reconstruction. D.S. Konstantinov, N.S. Malyshev, S.V. Verchenko, A.P. Khmelenko, D.D. Silacheva. 660
Construction Site Organization and Its Impact on Construction Timelines and Quality. D.S. Konstantinov, D.S. Maly Shev N.S., Verchenko S.V., Khmelenko A.P., Silacheva D.D. 662
Analysis of Analytical and Numerical Methods for Calculating the Stress-Strain State of a Reinforced Concrete Floor Slab. Koryakin D.V. 664
Architectural Analysis of the Current State and Development Trends of Yacht Clubs in St. Petersburg. Krasnov R.K., Perov F.V. 667
Architectural and Design Techniques for Organizing Healing Parks. Chereshnev I.V., Pavlushina N.A., Rubtsova A.V., Kudinova K.R., Murtazinova M.A. 672
Evaluation of the Efficiency of Implementing a Heat Pump Heating System in Low-Rise Construction. Ometova M.Yu., Zaitseva I.A., Loginova S.A., Levitsky S.V. 675
Evaluating the Economic Efficiency of Using Thermal Insulation Materials in External Enclosing Structures. Malygina, O.A., Sokolov, V.I., Salukvadze, G.V., Baev, E.A. 679

Increasing the Load-Bearing Capacity of Reinforced Concrete Structures Using Composite Materials. Malkova, S.R., Vyatkin, V.A., Popov, S.E., Malyshev, N.S., Leonov, K.V. 683
Characteristics of Modern Barrier-Free Design for People with Disabilities in Architectural Design. Maisner, T.N., Mandryka, V.S., Tsyganova, Yu.D. 685
Improving the Efficiency of Quality Control of Construction Project Design Documentation in the Work of a Technical Client. Makhamat, Ali Akhmat, Mikhailova, E.V. 689
Media Art in Decorative Solutions for Public and Retail Complexes with Underground Space: The Case of BoscoVesna in Moscow. Mikhailova E.V. ..692
Improving the Operational Reliability of Foundation Blocks through the Use of Modified Concrete. Polozhnov A.V., Muhammad Ayman Al-Ghazali 697
The Genesis of State Housing Stock Inventory in the Context of the Evolution of Russian Housing Legislation. Ogurtsova A.N. 700
A Methodology for Preliminary Assessment of the Stress-Strain State of Shells of Revolution to Optimize Structural Solutions at Early Design Stages. Okolnikova G.E., Lukyanchenko D.R., Najib Ahmad Bilal 704
Eco-Rehabilitation of Public Spaces in Industrial Cities. Osminkin M.A. 707
Use of Composite Reinforcement in Building Structures. Parenkina Ya.D., Gabova V.V., Grebenyuk N.S., Babenko Ya.R. 710
Assessing the Impact of Aggressive Water-Saturated Clayey Soils on Slab Foundations. Maksyutova E.A., Parenkina Ya.D., Gabova V.V., Klimenko V.I. 714
Study of the Performance Indicators of a Highway at Automatic Weight and Dimension Control Points. Pekin N.A., Klekovkina M.P., Evtyukov S.S. 717
"Pashsky Perevoz": The Placement of Passenger Landing Stages as a Factor in the Urban Development of Territories on the Pasha and Svir Rivers and Part of the Mariinsky Water System. Perov A.F., Zavyalova E.V. 720
The Guardhouse and Final Stage of the "Pashsky Perevoz" Tourist Destination. Perov A.F., Zavyalova E.V. 723
Methods for Detecting Anomalies in the Operation of Heating Substations of Heat Supply Systems. Ponurovsky Ya.A., Chekardovsky M.N. 726
Architectural Design for a Landscape Space of a Modern Multifunctional Garden. Portnova I.V., Akishin V.A. 730
Technological Solutions for the Integration of Engineering Systems into a Common Utility Manifold. Potolitsyna D.Yu., Vinogradova E.V. 733
Comparative Analysis of Methods for Generating a Pulsating Mode in Hot-Water Heating Systems. Ryndin N.A. 736
Study of the Effect of Reinforcement-Concrete Bond Failure on the Bearing Capacity and Deformability of Reinforced Concrete Bendable Elements. Sauzina A.D., Popov D.S. 739
Calculation of the Bearing Capacity of a Bored Pile in Rock Massif under Axial Compression. Zertsalov M.G., Silantyeva D.A. 742
Intelligent Structural Health Monitoring (SHM) Systems as a Tool for Ensuring the Safety and Reliability of Pedestrian Bridges. Taneyev V.G. 745
Methodology for Chronometric Analysis and Standardization of Operations during Technical Inspection of Buildings and Structures. Topchiy, D.V., Kozlova, L.A. 749
Social Activities of the Russian Orthodox Church: An Analytical Review of Current Domestic Research. Farstova, D.A. 752
Digital Twins in Water Supply and Sanitation Systems: Global Experience and Prospects for Implementation in Russia. Feskova, A.Ya. 756
Design of an Efficient and Technological Enclosing Structure for Townhouses in the Ryazan Region: Materials Science, Thermal Engineering, and Technological Analysis. Fomicheva, S.A., Knyazeva, M.V. 758
A Study of an Intelligent Mechanism in Construction Project Management Using TIM Technologies. Hashim, Abakar Hashim 763
Key Principles for Developing the Design of a Psychologically Healing Environment for Modern Public Buildings. Cherkasskikh, I.S., Tsyganova, Yu.D. 765
Information Model of a Capital Construction Project: Monitoring, Updating, and Verification (using the "Avtor" Residential Complex as an Example). N.N. Shabalov. 768
Modern Approaches to Integrating Traditional Patios into Low-Rise Residential Architecture in Laghouat. Fatima Benammar. 772
Transportation Hubs in the Structure of World Cities. T.R. Zabalueva, A.A. Shamarina. 775
The Impact of Landscape Design on Noise Reduction in the Urban Environment. N.O. Kazakov, N.S. Kalinina. 779
Size The Perception of an Industrial Enterprise in Relative to the Urban Environment: A Case Study of a Seawater Desalination Plant. Luzhanskaya A.S., Gazizov T.Kh. 782
The Influence of Educational Concepts on the Formation of the Educational Environment within the Framework of Alternative Methodologies. Osipova S.V. 785
Characteristics of Perception of the Scale of Urban Development: A Case Study of Mass Panel Housing Development in the 1970s. Roshchin M.K. 790
Adaptation of Traditional Housing Principles in the Modern Urban Environment of Arab Countries. Suleiman Khalil 794
Principles of Designing High-Rise Public Buildings in the Russian Federation (Based on the Author's Project in St. Petersburg). Sushchenko Yu.V., Melnikova I.B. 797
New Format Roadside Complexes. Shayakhova E.F. 801
Problems and Prospects of Implementing Intelligent Gas Leak Monitoring and Control Systems. Shenogin M.V., Balashov E.S. 804