Оценка экономической отдачи цифровой трансформации регионов Российской Федерации: инвестиционный и охватный каналы

Демченко Светлана Александровна
старший преподаватель, кафедра информатики, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, shh-svetlana@yandex.ru

В статье представлены результаты оценки экономической отдачи цифровой трансформации субъектов Российской Федерации. Показано, что охватные индикаторы цифровизации — доступ к широкополосному интернету, плотность сетей связи, доля занятых в IT-сфере, цифровая активность населения и доля электронных услуг — обнаруживают попарную корреляцию в диапазоне 0,958—0,999 и статистически неразличимы, вследствие чего не могут одновременно включаться в модель множественной регрессии в качестве отдельных регрессоров. Пять указанных индикаторов сведены методом главных компонент в единый композитный индикатор, объясняющий 98,66 % их совокупной дисперсии. Построена кросс-секционная эконометрическая модель по 85 субъектам Российской Федерации, в которой инвестиционный и охватный каналы цифровой трансформации разделены. Установлено, что на полной выборке статистически самостоятельным фактором выступают только затраты на цифровые технологии на душу населения, тогда как при исключении семи сырьевых регионов значимым становится и охватный канал (коэффициент 0,115 при t = 2,77), а эластичность по вложениям составляет 0,358. Полученные результаты образуют основу для дифференциации мер региональной экономической политики.

Ключевые слова: цифровая трансформация, экономическая отдача, региональная экономика, метод главных компонент, мультиколлинеарность, валовой региональный продукт, типология регионов.

Введение

В условиях перехода Российской Федерации к экономике данных и усиления технологического суверенитета цифровая трансформация региональных экономических систем приобретает статус стратегического приоритета государственной политики. Подобная трансформация требует не просто внедрения отдельных информационно-коммуникационных технологий, а формирования целостных систем цифрового развития регионов, ориентированных на долгосрочный экономический рост [7, 8].

Вместе с тем сложившиеся подходы к описанию цифровой трансформации региона фиксируют преимущественно ее состав — перечень технологий, инфраструктурных объектов и предоставляемых в электронном виде сервисов. Отсюда следует и способ измерения: десятки частных индикаторов сводятся в единый рейтинговый балл с равными либо экспертными весами [1, 4, 6]. При таком суммировании показатели различные по своей природе, — вложенные ресурсы и достигнутый охват — оказываются неразличимы, а результат оценки утрачивает управленческий смысл, поскольку из полученного балла не следует, на что именно региону надлежит воздействовать.

Целью настоящей статьи является количественная оценка экономической отдачи цифровой трансформации регионов Российской Федерации при раздельном измерении вклада инвестиционного и охватного каналов.

Методология и методика исследования

Цифровая трансформация региона рассматривается как процесс преобразования вложений в экономический результат территории. Ресурсы воздействуют на результат двояко: часть вложений дает отдачу непосредственно — через обновление производственных и управленческих технологий, тогда как другая часть сначала расходуется на расширение охвата населения и организаций цифровыми сервисами и только затем сказывается на экономических показателях. Соответственно в процессе цифровой трансформации выделяются два относительно самостоятельных контура — ресурсный (инвестиционный) и охватный.

Информационную базу составили данные Росстата за 2023—2024 годы [9, 10, 11] и Минцифры России [5, 6]. Расчеты выполнены по всем 85 субъектам Российской Федерации. В качестве индикаторов цифровизации приняты: X1 — доля домохозяйств с доступом к широкополосному интернету; X2 — плотность сетей связи; X3 — затраты на цифровые технологии на душу населения; X4 — доля занятых в IT-сфере; X5 — доля активных пользователей интернета; X6 — доля услуг, предоставляемых в электронном виде. Использованы методы корреляционного анализа, метод главных компонент и регрессионный анализ с устойчивыми к гетероскедастичности стандартными ошибками.

Диагностика системы индикаторов цифровизации

Расчет попарных коэффициентов корреляции между охватными индикаторами по выборке из 85 субъектов Российской Федерации дал результаты, приведенные в таблице 1.

Таблица 1
Матрица попарных корреляций индикаторов X1, X2, X4, X5, X6

Показатель	X1	X2	X4	X5	X6
X1	1,000	0,998	0,965	0,997	0,997
X2	0,998	1,000	0,966	0,993	0,994
X4	0,965	0,966	1,000	0,958	0,965
X5	0,997	0,993	0,958	1,000	0,999
X6	0,997	0,994	0,965	0,999	1,000

Источник: рассчитано автором

Столь высокие значения (значительно превышающие критический порог 0,8, обычно принимаемый в эконометрике за признак проблемной мультиколлинеарности) означают, что показатели X1, X2, X4, X5 и X6, несмотря на содержательные различия в определениях, статистически являются практически неразличимыми — во всех 85 регионах они изменяются почти синхронно. Полученный результат ожидаем для регионов с общим уровнем цифрового развития: там, где выше охват интернетом, как правило, одновременно выше и занятость в IT, и цифровая активность населения, и доля электронных услуг, поскольку все эти показатели отражают единый, комплексный процесс цифровизации региона, а не независимые друг от друга явления.

Практическое следствие: включение всех пяти показателей одновременно в качестве отдельных регрессоров в модель множественной регрессии дало бы факторы инфляции дисперсии (VIF), исчисляемые сотнями, что сделало бы коэффициенты регрессии статистически неустойчивыми и содержательно неинтерпретируемыми — конкретный вклад каждого отдельного показателя невозможно было бы отделить от вклада остальных четырех.

В связи с этим пять сильно коррелированных показателей (X1, X2, X4, X5, X6) объединены в единый композитный индикатор методом главных компонент, тогда как X3 (затраты на цифровые технологии на душу населения), в силу качественно иной природы показателя и умеренной корреляции с остальными (r от 0,31 до 0,52, что не создает проблемной мультиколлинеарности), включен в модель как самостоятельная переменная.

Все пять индикаторов были предварительно стандартизированы (Z-преобразование: нулевое среднее, единичное стандартное отклонение), после чего к матрице данных размерностью 85×5 применено сингулярное разложение. Первая главная компонента (PC1) объяснила 98,66 % совокупной дисперсии пяти исходных переменных — значение, близкое к теоретическому максимуму (100 %), что является прямым количественным подтверждением почти полной коллинеарности исходных индикаторов. Нагрузки всех пяти переменных на PC1 оказались практически идентичными по модулю (от 0,440 до 0,449), что означает: первая главная компонента статистически эквивалентна простому среднему пяти стандартизированных индикаторов и содержательно может интерпретироваться как единый композитный индекс широты цифровизации региона — в отличие от X3, который отражает не широту (охват), а масштаб инвестиционных усилий.

Эконометрическая модель экономической отдачи

Оценка зависимостей выполнена на основе одномоментного среза фактических данных 2023—2024 годов по всем 85 регионам. Такой подход, во-первых, полностью соответствует характеру и глубине доступных статистических данных, поскольку официальная статистика Росстата и Минцифры России в открытом доступе публикует ежегодные значения по всем субъектам Российской Федерации лишь начиная с последних одного-двух отчетных периодов, а не в виде сопоставимого временного ряда; во-вторых, является стандартной и общепринятой практикой в работах по региональной экономике при отсутствии длинных сопоставимых временных рядов [2, 3].

Ввиду сильной правосторонней асимметрии распределения валового регионального продукта на душу населения, вызванной концентрацией сверхвысоких значений в нефтегазовых автономных округах, зависимая и одна из независимых переменных прологарифмированы. Итоговая спецификация модели:

$$ln\,(ВРП\,/\,душу_i) = \beta_0 + \beta_1 \cdot PC1_i + \beta_2 \cdot ln\,(X3_i) + \varepsilon_i \qquad (1)$$

где $PC1_i$ — стандартизованное значение первой главной компоненты индикаторов X1, X2, X4, X5, X6 для региона i; $X3_i$ — затраты на цифровые технологии на душу населения; ε_i — случайная ошибка.

Результаты оценивания модели по полной выборке и по подвыборке без сырьевых регионов приведены в таблице 2.

Таблица 2
Результаты оценивания эконометрической модели

Переменная	n = 85, коэффициент	n = 85, t-статистика	n = 78, коэффициент	n = 78, t-статистика
Константа (β_0)	7,808	7,94	10,422	22,90
Композитный индекс PC1 (β_1)	−0,024	−0,31	0,115	2,77
Затраты на цифровые технологии, ln (X3) (β_2)	0,660	5,89	0,358	7,03
Коэффициент детерминации R^2	0,624	—	0,655	—

Источник: рассчитано автором. Для полной выборки приведены t-статистики, рассчитанные по устойчивым к гетероскедастичности стандартным ошибкам Хьюбера — Уайта

Тест Бройша — Пагана выявил гетероскедастичность остатков (LM = 21,23 при критическом значении 5,99), что закономерно для межрегиональных сопоставлений с диапазоном зависимой переменной от нескольких сотен тысяч до более чем четырнадцати миллионов рублей на душу населения. Стандартные ошибки пересчитаны робастным методом, и вывод о значимости затрат на цифровые технологии сохранился. Мультиколлинеарность между регрессорами отсутствует: их корреляция составляет 0,50 при факторе инфляции дисперсии 1,34.

Семь субъектов — Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Ханты-Мансийский и Чукотский автономные округа, Сахалинская и Магаданская области, Республика Саха (Якутия) — имеют валовой региональный продукт на душу населения, кратно превышающий среднероссийский, при умеренных значениях охвата, поскольку их результат создается добычей полезных ископаемых, а не цифровизацией. В связи с этим модель дополнительно переоценена на подвыборке из 78 регионов.

Полученный результат принципиально важен и существенно уточняет вывод: при исключении сырьевых регионов-выбросов композитный индекс PC1 становится статистически значимым (t = 2,77, p = 0,007), сохраняя положительный знак. Одновременно коэффициент при ln(X3) снижается по величине (с 0,660 до 0,358), оставаясь высоко значимым. Таким образом, для нересурсных регионов оба канала цифровой трансформации — и широта охвата населения и организаций цифровыми технологиями, и объем инвестиций в них — вносят самостоятельный, статистически различимый вклад в экономическое развитие. Незначимость PC1 в полной выборке объясняется тем, что несколько сырьевых регионов с очень высоким валовым региональным продуктом на душу населения при этом имеют умеренные значения PC1 — эти наблюдения зашумляют связь PC1 с результатом в масштабе всей выборки, но не в ее основной, нересурсной части.

Дифференциация регионов по каналам отдачи

Полученные оценки допускают прямую содержательную интерпретацию. Увеличение затрат на цифровые технологии на душу населения на 1 % сопровождается ростом валового регионального продукта на душу населения в среднем на 0,358 %; увеличение композитного индекса охвата на одно стандартное отклонение — приблизительно на 12 %. Различие коэффициентов при двух каналах означает, что вложения сохраняют отдачу во всех группах субъектов, тогда как охват вносит самостоятельный вклад лишь там, где его расширение не ограничено насыщением.

Расчет чувствительности подтверждает это соотношение: увеличение затрат на цифровые технологии на 10 % дает прирост валового регионального продукта на душу населения на 3,47 %, тогда как аналогичное увеличение любого из охватных показателей — от 1,09 до 1,73 %, причем последние величины не являются самостоятельными эластичностями и отражают лишь вклад показателя в композитный индекс.

Отсюда следует, что содержательное различие между субъектами Российской Федерации задается не местом в рейтинге цифровой зрелости, а тем, какой канал отдачи у региона не исчерпан. Для регионов-лидеров, где охватные показатели достигли 90—97 %, предельная отдача их дальнейшего расширения близка к нулю и приоритетным остается инвестиционный канал. Для регионов с низкой исходной базой прирост охватных показателей статистически значимо повышает композитный индекс и вносит больший относительный вклад, чем для регионов-лидеров. Для сырьевых субъектов оценка эффектов требует обособленной спецификации, поскольку связь цифровизации с экономическим результатом у них не прослеживается.

Выводы

1. Охватные индикаторы цифровизации регионов статистически неразличимы: их попарная корреляция составляет от 0,958 до 0,999, а первая главная компонента объясняет 98,66 % совокупной дисперсии. Это означает, что распространенное представление о цифровой зрелости как о многомерной характеристике, складывающейся из самостоятельных направлений, не имеет эмпирических оснований, а экспертное взвешивание частных индикаторов практически не влияет на ранг субъекта.

2. Инвестиционный и охватный каналы цифровой трансформации вносят различный вклад в экономическое развитие региона. Эластичность валового регионального продукта на душу населения по затратам на цифровые технологии составляет 0,358, тогда как вклад охвата статистически значим только вне сырьевых экономик.

3. Оценка влияния цифровизации на полной выборке субъектов Российской Федерации без учета структуры экономики приводит к смещенным результатам: коэффициент при затратах на цифровые технологии снижается с 0,660 до 0,358 при исключении семи сырьевых регионов, то есть на полной выборке он частично поглощает влияние сырьевой составляющей.

4. Полученные результаты образуют основу для дифференциации мер региональной экономической политики цифровой трансформации по признаку неисчерпанного канала отдачи, а не по достигнутому уровню цифровой зрелости.

Литература

1. Бекбергенева Д.Е. Модель процесса цифровизации региональной экономики / Д.Е. Бекбергенева // Вестник Самарского муниципального института управления. — 2020. — № 4. — С. 17—22. EDN: XAMNBA
2. Демченко С.А. Анализ цифровой зрелости и пространственной диффузии технологий в регионах Российской Федерации // Финансовые рынки и банки. — 2026. — № 6. — С. 632—634. EDN: LOTOQR
3. Демченко С.А. Цифровая трансформация экономики Санкт-Петербурга: модели оценки цифровой зрелости и перспективы развития // Финансовые рынки и банки. — 2026. — № 4. — С. 551—554. EDN: EVULMN
4. Индекс цифровой экосистемы регионов России (ИЦЭР): рейтинг 2025 г. / Агентство политических и экономических коммуникаций. — М., 2025. — URL: https://ict.moscow/analytics/indeks-tsifrovoi-ekosistemy-regionov-rossii/ (дата обращения: 20.07.2026).
5. Минцифры РФ. Охват интернетом 2025. — URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/ (дата обращения: 20.07.2026).
6. Минцифры РФ. Отчет по экономическому эффекту цифровизации. — URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/770/reports/ (дата обращения: 20.07.2026).
7. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». — URL: https://digital.gov.ru/ (дата обращения: 20.07.2026).
8. 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». — URL:

https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/ (дата обращения: 20.07.2026)
9. Росстат. Официальная статистика / Федеральная служба государственной статистики. — URL: https://rosstat.gov.ru (дата обращения: 20.07.2026).
10. Росстат. Регионы России: социально-экономические показатели 2025: статистический сборник. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13294 (дата обращения: 20.07.2026).
11. Росстат. Удельный вес занятых в ИКТ: мониторинг 2019—2025 гг. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/monitor.xlsx (дата обращения: 20.07.2026).

Assessment of the economic return on digital transformation in the regions of the Russian Federation: investment and coverage channels

Demchenko S.A.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education St. Petersburg State Economic University

JEL classification: D20, E22, E44, L10, L13, L16, L19, M20, O11, O12, Q10, Q16, R10, R38, R40, Z21, Z32

The article presents the results of assessing the economic return on digital transformation in the constituent entities of the Russian Federation. It is shown that coverage indicators of digitalization — broadband access, density of communication networks, share of IT employment, digital activity of the population and the share of electronic services — demonstrate pairwise correlation in the range of 0.958—0.999 and are statistically indistinguishable, and therefore cannot be simultaneously included in a multiple regression model as separate regressors. These five indicators were combined by principal component analysis into a single composite indicator explaining 98.66 % of their total variance. A cross-sectional econometric model was constructed for 85 regions, separating the investment and coverage channels of digital transformation. It was established that in the full sample only expenditure on digital technologies per capita is a statistically independent factor, whereas after excluding seven resource-extracting regions the coverage channel also becomes significant (coefficient 0.115, t = 2.77), while the elasticity of investment equals 0.358. The results provide a basis for differentiating regional economic policy measures.

Keywords: digital transformation, economic return, regional economy, principal component analysis, multicollinearity, gross regional product, typology of regions.

References

1. Bekbergeneva D.E. Model of the regional economy digitalization process / D.E. Bekbergeneva // Bulletin of the Samara Municipal Institute of Management. — 2020. — No. 4. — P. 17–22. EDN: XAMNBA
2. Demchenko S.A. Analysis of digital maturity and spatial diffusion of technologies in the regions of the Russian Federation // Financial Markets and Banks. — 2026. — No. 6. — P. 632–634. EDN: LOTOQR
3. Demchenko S.A. Digital transformation of the St. Petersburg economy: digital maturity assessment models and development prospects // Financial Markets and Banks. — 2026. — No. 4. — P. 551–554. EDN: EVULMN
4. Digital Ecosystem Index of Russian Regions (ICER): 2025 ranking / Agency for Political and Economic Communications. — Moscow, 2025. — URL: https://ict.moscow/analytics/indeks-tsifrovoi-ekosistemy-regionov-rossii/ (accessed: 20.07.2026).
5. Ministry of Digital Development of the Russian Federation. Internet coverage 2025. — URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/statistic/ (accessed: 20.07.2026).
6. Ministry of Digital Development of the Russian Federation. Report on the economic impact of digitalization. — URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/770/reports/ (accessed: 20.07.2026).
7. National Project "Data Economy and Digital Transformation of the State". — URL: https://digital.gov.ru/ (accessed: 20.07.2026). 8. Decree of the President of the Russian Federation No. 309 dated May 7, 2024, "On National Development Goals of the Russian Federation for the Period up to 2030 and the Perspective up to 2036." — URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408892634/ (accessed: July 20, 2026).
9. Rosstat. Official Statistics / Federal State Statistics Service. — URL: https://rosstat.gov.ru (accessed: July 20, 2026).
10. Rosstat. Regions of Russia: Socio-Economic Indicators 2025: Statistical Compendium. — URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13294 (accessed: July 20, 2026).
11. Rosstat. Share of Employment in ICT: Monitoring 2019–2025. — URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/monitor.xlsx (accessed: July 20, 2026).