Эволюция архитектурно-композиционных приемов формирования многоэтажной жилой застройки в экстремальных климатических условиях Саудовской Аравии: от традиционных решений к современным технологиям

Ал-Хаяни Мохаммед Джамал Мохаммед
аспирант, кафедра архитектуры, реставрации и дизайна, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, m20_12d@hotmail.com,

Халиль Иван
кандидат архитектуры, доцент кафедры архитектуры реставрация и дизайна, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, khalil-i@rudn.ru

Статья посвящена исследованию эволюции архитектурно-композиционных приемов формирования многоэтажной жилой застройки в экстремальных климатических условиях Саудовской Аравии. На основе анализа традиционных региональных архитектурных школ (Неджд, Хиджаз, Асир) и современных подходов к проектированию выявлены основные этапы трансформации объемно-планировочных решений. Рассмотрены адаптационные механизмы традиционного зодчества, включая использование высокой термической инерции ограждающих конструкций, ветроулавливающие устройства и принципы интровертной планировки. Показано, что современные тенденции характеризуются интеграцией пассивных климатических стратегий с высокотехнологичными решениями, направленными на снижение энергопотребления и минимизацию эффекта городского теплового острова. Особое внимание уделено анализу нормативно-правового регулирования (Saudi Building Code, Mostadam) и его влиянию на энергоэффективность многоэтажного жилья.
Ключевые слова: Саудовская Аравия, многоэтажная жилая застройка, экстремальный климат, традиционная архитектура, энергоэффективность, пассивное охлаждение, Saudi Building Code, урбанизация, адаптивное проектирование.

Введение

Саудовская Аравия переживает период беспрецедентной урбанизации и трансформации жилой среды. Согласно официальным данным, здания в Королевстве потребляют около 78% от общего объема национальной энергии, причем основная доля приходится на системы охлаждения, что обусловлено экстремальными климатическими условиями. Стратегический курс Vision 2030, нацеленный на снижение зависимости от ископаемых видов топлива и достижение углеродной нейтральности к 2060 году, актуализирует проблему пересмотра подходов к проектированию жилой застройки [3, С. 384].

Особую значимость данная проблема приобретает в контексте многоэтажного жилищного строительства, которое рассматривается как приоритетное направление решения жилищного вопроса в условиях стремительного роста городского населения. Высокая плотность застройки в условиях аридного климата порождает комплекс взаимосвязанных проблем: усиление эффекта городского теплового острова, возрастание энергопотребления на охлаждение, снижение теплового комфорта и, как следствие, ухудшение качества жизни горожан [1].

Обращение к многовековому опыту традиционного зодчества Саудовской Аравии позволяет выявить эффективные адаптационные механизмы, которые могут быть переосмыслены и интегрированы в современные архитектурные решения. Актуальность исследования определяется потребностью в разработке комплексных подходов к архитектурному проектированию, направленных на интеграцию традиционных градостроительных принципов и передовых технологических решений. Данная необходимость продиктована задачами по созданию устойчивой жилой среды, способной эффективно функционировать в условиях меняющегося климата и удовлетворять актуальные социокультурные потребности современного общества.

В последние годы активно развиваются исследования в области энергоэффективности зданий и климатически адаптивного проектирования. Изучается влияние Saudi Building Code (SBC) на снижение энергопотребления жилых зданий в различных климатических зонах Королевства. Работы по моделированию микроклимата городской среды с использованием программных комплексов ENVI-met позволяют количественно оценить эффективность различных планировочных решений в условиях аридного климата.

Вместе с тем, комплексные исследования эволюции архитектурно-композиционных приемов формирования многоэтажной жилой застройки Саудовской Аравии, учитывающие как историческую преемственность, так и современные технологические решения, представлены недостаточно. Настоящая работа призвана восполнить этот пробел.

Научная значимость

Научная значимость исследования определяется его вкладом в развитие теории и практики климатически адаптивного проектирования в условиях экстремального аридного климата. В работе систематизируются и обобщаются адаптационные механизмы традиционной архитектуры Саудовской Аравии, предлагается их классификация и оценка потенциала применения в современном многоэтажном строительстве.

Новизна исследования заключается в комплексном анализе эволюционного перехода от традиционных пассивных климатических стратегий к современным высокотехнологичным решениям в контексте многоэтажной жилой застройки. В отличие от существующих работ, рассматривающих традиционную и современную архитектуру изолированно, в данном исследовании прослеживается линия преемственности и выявляются точки пересечения, позволяющие сформулировать принципы «неовернакулярного» проектирования.

Практическая значимость работы состоит в выработке рекомендаций по интеграции климатически эффективных приемов в нормативно-правовую базу и проектную практику, что соответствует задачам устойчивого развития, заявленным в Vision 2030.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является выявление закономерностей и основных этапов эволюции архитектурно-композиционных приемов формирования многоэтажной жилой застройки в Саудовской Аравии под влиянием климатических, социокультурных и технологических факторов, а также обоснование перспективных направлений развития на основе синтеза традиционных адаптационных стратегий и современных технологических решений.

Основная часть

Традиционная архитектура Саудовской Аравии представляет собой уникальный феномен, сформировавшийся под влиянием экстремальных климатических условий, социокультурных норм и доступных строительных материалов. Климатическая дифференциация территории Королевства

(пустынное плато Неджд, влажное побережье Красного моря в Хиджазе, горный регион Асир) обусловила формирование нескольких самостоятельных архитектурных школ, каждая из которых выработала специфический набор адаптационных приемов.

Тема климата и архитектуры хорошо изучена. Особый интерес вызывают регионы с сильной жарой. В этой области известны работы Ольгяи, которые заложили биоклиматический подход. Также есть исследования Бирджа, Брирли и Норфорда по теплозащите жилья. Отдельно рассматриваются традиционные решения – дворы, атриумы и местные строительные приемы. Для Саудовской Аравии такие вопросы поднимали Алельван и Бабсаил.

Интеграция пассивных стратегий охлаждения. Современные проекты многоэтажного жилья активно используют переосмысленные традиционные приемы:

- ветроулавливающие башни;
- экранирующие решетки и жалюзи;
- принципы дворовой композиции;
- естественная вентиляция [4].

Концепция интеграции вернакулярных принципов. Научные исследования последних лет обосновывают необходимость не стилизаторского, а структурного включения принципов традиционной архитектуры в современную градостроительную практику. Вернакулярная архитектура рассматривается не как статичный артефакт, а как динамичная система знаний, способная информировать устойчивое проектирование. В этом контексте многоэтажная застройка может наследовать такие принципы традиционного зодчества, как:

- использование местных материалов с высокой термической инерцией;
- функциональное зонирование по вертикали (общественные пространства на нижних уровнях, приватные – на верхних);
- формирование затененных полуобщественных пространств между зданиями;
- ориентация зданий с учетом розы ветров и траектории солнца [5].

Прослеживая развитие многоэтажной жилой застройки Саудовской Аравии, можно выделить четыре хронологических этапа, каждый из которых характеризуется доминирующим типом климатического ответа, объемно-планировочной структурой и уровнем технологической сложности:

Традиционный этап (до 1930 гг.) – малоэтажные глинобитные и каменные постройки с толстыми стенами (термическая инерция), внутренними дворами (хараты), ветроулавливающими башнями (барджилы) и щелевыми окнами. Застройка компактная, улицы узкие, с затенением. Инженерные системы отсутствуют, микроклимат регулируется исключительно пассивными средствами.

Переходный этап (1930-1970 гг.) – начало нефтяной эпохи, приток новых материалов (бетон, стекло), появление первых многоэтажных зданий в городах, копирование западных типовых проектов без учета местного климата. Традиционные приемы постепенно вытесняются, дворы исчезают, окна увеличиваются, что ведет к росту тепловых нагрузок.

Этап осознания климатического кризиса (1980-2010 гг.) – внедрение кондиционирования как единственного способа достижения комфорта, резкий скачок энергопотребления. Появляются первые исследования по возврату к пассивным стратегиям, но они носят локальный характер. Высотная застройка становится доминирующей, однако ее фасады почти не дифференцируются по сторонам света.

Современный этап (2020 г.-н.в.) – в рамках Vision 2030 и Saudi Green Initiative запущены нормативные механизмы (SBC, Mostadam), требующие энергоэффективности. Проекты высотного жилья вновь интегрируют ветроулавливание, затеняющие экраны, ориентацию по розе ветров, но уже на базе цифрового моделирования (BIM, ENVI-met) и гибридных систем (пассивное охлаждение + высокоэффективные HVAC). Формируется «неовернакулярный» подход.

Параметр	Традиционный этап (до 1930-х)	Переходный этап (1930–1970-е)	Этап кризиса (1980–2010-е)	Современный этап (2020 – н.в.)
Доминирующая этажность	1-2 этажа (компактная застройка)	3-5 этажей (точечное высотное строительство)	10-30+ этажей (массовое высотное строительство)	10-50+ этажей (высотные комплексы)
Климатический ответ	Полностью пассивный (инерция, ветроулавливание, затенение)	Частичный отказ от пассивных приемов	Активное кондиционирование как основа	Гибридный (пассивный + интеллектуальное активное охлаждение)
Объемно-планировочное решение	Интровертные дворовые композиции, щелевые окна, ориентированные на двор	Открытые планировки, большие окна без ориентации	Стеклянные фасады, игнорирование инсоляции	Дифференцированные фасады, затеняемые полуобщественные пространства
Основные материалы	Глина, камень, дерево (высокая тепловая инерция)	Бетон, кирпич, обычное стекло	Железобетон, алюминий, термальное стекло	Высокоэффективные стекла, фасадные системы с переменным затенением, тепловые буферы
Инженерные системы	Естественная вентиляция, ночное радиационное охлаждение	Появление первых сплит-систем	Центральное кондиционирование, высокая энергоемкость	Умные HVAC-системы, рекуперация, солнечные панели, ночное охлаждение
Нормативное регулирование	Отсутствует (строительство по местным обычаям)	Слабые технические нормы	Фрагментарные требования по теплоизоляции	SBC, Mostadam, требования углеродной нейтральности (2060)
Учет розы ветров и солнца	Обязательный при застройке и ориентации зданий	Частично учитывается	Практически не учитывается	Обязательное моделирование (ENVI-met, EnergyPlus)
Городской тепловой остров (УТО)	Минимальный (естественное озеленение, узкие уличные каньоны)	Начинает проявляться	Сильно выражен, усугубляется стеклянными фасадами	Активно снижается через озеленение, отражающие покрытия и вентиляционные коридоры
Идентичность	Выраженная региональная (Неджд, Хиджаз, Асир)	Утрата идентичности, унификация	Глобалистская «интернациональная» архитектура	Неовернакулярная – синтез локальных традиций и современных технологий

Представленная хронология демонстрирует, что эволюция не является линейной: после периода технологического «забвения» традиционных знаний, современный этап возвращается к ним на новом уровне – не как к музеефицированным формам, а как к работающим климатическим стратегиям, подтвержденным численными симуляциями.

Выводы

Синтез пассивных климатических стратегий с высокотехнологичными инженерными решениями является наиболее эффективным способом проектирования многоэтажных зданий в условиях экстремально высоких температур. Интеграция ветроулавливающих устройств и оптимизация объемно-планировочных решений позволяют не только существенно снизить нагрузку на системы кондиционирования, но и эффективно нивелировать эффект «городского теплового острова».

Внедрение предложенных проектных решений будет способствовать повышению уровня теплового комфорта для жителей, что напрямую коррелирует с улучшением качества жизни в условиях экстремального климата. Таким образом, синтез инновационных технологий и проверенных временем национальных традиций архитектуры является ключевым фактором устойчивого развития градостроительной системы Саудовской Аравии в долгосрочной перспективе.

Перспективными направлениями дальнейших исследований автор видит:

- количественное моделирование эффективности гибридных систем (пассивная архитектура + активное охлаждение) с использованием программных комплексов ENVI-met и EnergyPlus для различных климатических поясов Королевства;
- разработку типологии «энергоактивных» фасадов для высотного строительства, вдохновленных структурой традиционных экранов;

экономическую оценку жизненного цикла зданий, спроектированных по принципу «неовернакулярной» архитектуры, в сравнении с конвенциональными аналогами.

Таким образом, достижение углеродной нейтральности к 2060 году в условиях аридного климата невозможно без фундаментального пересмотра подходов к проектированию жилой среды. Ключ к этому переходу лежит в переосмыслении многовекового опыта предков, который, будучи соединенным с цифровыми технологиями и современными материалами, способен сформировать самобытную, комфортную и экологически ответственную архитектуру Саудовской Аравии будущего.

В завершение стоит отметить, что будущее многоэтажного строительства в Саудовской Аравии лежит в плоскости адаптивного проектирования. Возвращение к национальной идентичности через переосмысление традиционных приемов в совокупности с цифровыми технологиями моделирования микроклимата обеспечит достижение целей Vision 2030, создавая комфортную и энергетически независимую жилую среду.

Литература

1. Айуб Х. Особенности формирования устойчивой архитектуры в засушливых зонах (на примере оазисов Северной Сахары Алжира): автореф, на соиск, ученой степ. канд. арх.: 05.23. 21-архитектура зданий и сооружений //Н. Новгород. – 2016.

2. Ал-Хаяни, М. Д. М. Особенности формирования архитектуры многоэтажных жилых комплексов в условиях жаркого климата (на примере Саудовской Аравии) / М. Д. М. Ал-Хаяни, А. Н. Калугин, Д. А. Чистяков // Научный аспект. – 2023. – Т. 5, № 12. – С. 583-591. – EDN OMJFON.

3. Аль-Хаяни Муаадх, Г. М. Культурно-климатические аспекты архитектуры многоэтажного жилья в Саудовской Аравии: адаптация традиций к современным технологиям / Г. М. Аль-Хаяни Муаадх // «Актуальные проблемы науки и образования в условиях современных вызовов» (шифр – МКАП 45) : Сборник материалов XLV Международной научно-практической

конференции, Москва, 15 октября 2025 года. – Москва: ООО «Издательство Академическая среда» (ООО ИАС), 2025. – С. 383-387. – EDN YLINFH.
3. Егорова И. А., Четошников В. Д., Жуковский Р. С. Архитектурно-пространственная организация дворовых пространств в жилой застройке в условиях континентального климата //Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2017. – №. 3 (21). – С. 5-14.
4. Исанова А. В., Попова И. В. Обеспечение требуемых характеристик внутреннего микроклимата при проектировании квартальной многоэтажной жилой застройки с учётом её аэрационного режима //Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – №. 1 (35). – С. 25-29.
5. Махмуди А. Архитектурное построение многоэтажных жилых домов по правилу сочетаемости биосферной парадигмы. – 2022.
6. Чочиева, Д. Л. Особенности формирования архитектуры в условиях жаркого климата / Д. Л. Чочиева // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития : материалы международной научно-практической конференции и научно-образовательной студенческой конференции по архитектуре и дизайну. В 2-х томах, Тюмень, 24–25 апреля 2024 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. – С. 177-182. – EDN INJFAZ.

The Evolution of Architectural and Compositional Approaches to Multi-Story Residential Development in the Extreme Climatic Conditions of Saudi Arabia: From Traditional Solutions to Modern Technologies

Al-Hayani Mohammed Jamal Mohammed, Khalil I.
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)

JEL classification: L61, L74, R53

This article explores the evolution of architectural and compositional techniques for the design of multi-story residential buildings in the extreme climatic conditions of Saudi Arabia. Based on an analysis of traditional regional architectural schools (Najd, Hijaz, and Asir) and modern design approaches, the key stages in the transformation of space-planning solutions are identified. Adaptive mechanisms of traditional architecture are considered, including the use of high thermal inertia in building envelopes, wind-catching devices, and introverted planning principles. It is shown that modern trends are characterized by the integration of passive climate strategies with high-tech solutions aimed at reducing energy consumption and minimizing the urban heat island effect. Particular attention is paid to the analysis of regulatory frameworks (Saudi Building Code, Mostadam) and their impact on the energy efficiency of multi-story housing.

Keywords: Saudi Arabia, high-rise residential development, extreme climate, traditional architecture, energy efficiency, passive cooling, Saudi Building Code, urbanization, adaptive design.

References

1. Ayub Kh. Characteristics of sustainable architecture formation in arid zones (using the example of oases in the Algerian Northern Sahara): Abstract of Candidate of Architecture dissertation (Specialty 05.23.21 – Architecture of Buildings and Structures) // Nizhny Novgorod. – 2016.
2. Al-Khayani M. D. M. Characteristics of the architectural design of multi-story residential complexes in hot climates (case study of Saudi Arabia) / M. D. M. Al-Khayani, A. N. Kalugin, D. A. Chistyakov // Nauchnyy aspekt [Scientific Aspect]. – 2023. – Vol. 5, No. 12. – P. 583-591. – EDN OMJFON.
3. Al-Khayani Muaadh G. M. Cultural and climatic aspects of multi-story residential architecture in Saudi Arabia: adapting traditions to modern technologies / G. M. Al-Khayani Muaadh // "Current Issues in Science and Education Amidst Modern Challenges" (Code – MKAP 45): Proceedings of the XLV International Scientific and Practical Conference, Moscow, October 15, 2025. – Moscow: Academic Environment Publishing House LLC (IAS LLC), 2025. – P. 383-387. – EDN YLINFH.
3. Egorova I. A., Chetoshnikov V. D., Zhukovsky R. S. Architectural and spatial organization of courtyard areas in residential developments under continental climate conditions // Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya [Civil Engineering Bulletin of the Caspian Region]. – 2017. – No. 3 (21). – Pp. 5–14.
4. Isanova A. V., Popova I. V. Ensuring required indoor microclimate characteristics when designing multi-story residential blocks, taking into account the aeration regime // Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region. – 2021. – No. 1 (35). – Pp. 25–29.
5. Makhmudi A. Architectural design of multi-story residential buildings based on the compatibility principle of the biosphere paradigm. – 2022.
6. Chochieva D. L. Specifics of architectural formation in hot climate conditions / D. L. Chochieva // Architecture and Architectural Environment: Issues of Historical and Contemporary Development: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference and the Scientific-Educational Student Conference on Architecture and Design. In 2 volumes, Tyumen, April 24–25, 2024. – Tyumen: Industrial University of Tyumen, 2024. – Pp. 177–182. – EDN INJFAZ.