

Дата публикации 22.06.2026

УДК 72.023

Мерзлякова М.А., Портнова И.В. Влияние новых технологий на современную архитектуру

Мерзлякова Марина Алексеевна

студентка 3 курса, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН).

Портнова Ирина Васильевна

кандидат архитектуры, доцент, кафедра архитектуры, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы (РУДН).

The Influence of New Technologies on Modern Architecture

Merzlyakova Marina Alekseevna

3rd year student, Engineering Academy, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN).

Portnova Irina Vasilyevna

Candidate of Architecture, Associate Professor, Department of Architecture, Engineering Academy, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia (RUDN).

Аннотация. В статье рассматривается роль технологий в архитектуре второй половины XX – начала XXI века. Актуальность исследования обусловлена необходимостью осмысления стремительной цифровой трансформации архитектурной практики, происходящей под влиянием технологических инноваций. На фоне глобальных климатических вызовов и урбанизации изучение факторов, определяющих переход от индустриальных методов к цифровым технологиям проектирования и производства, приобретает особую значимость. Нами выделены три ключевых этапа трансформации архитектурной практики. Особое

внимание уделяется влиянию BIM-технологий, параметрического проектирования и инженерных материалов на формообразование и конструктивные решения. Цель исследования – выявить ключевые этапы трансформации архитектурной практики и технологические факторы, определяющие облик современных зданий.

Ключевые слова: BIM-технологии, параметрическое проектирование, CLT-панели, цифровая архитектура, инженерные материалы, устойчивое развитие.

Abstract. The article examines the role of technology in the architecture of the second half of the 20th century and the beginning of the 21st century. The relevance of the study is due to the need to understand the rapid digital transformation of architectural practice, which is influenced by technological innovations. In the context of global climate challenges and urbanization, studying the factors that determine the transition from industrial methods to digital technologies for design and production is particularly important. We have identified three key stages of the transformation of architectural practice. Special attention is paid to the impact of BIM technologies, parametric design, and engineering materials on the formation of shapes and structural solutions. The purpose of the study is to identify the key stages of the transformation of architectural practice and the technological factors that determine the appearance of modern buildings.

Keywords: BIM technologies, parametric design, CLT panels, digital architecture, engineering materials, and sustainable development

Введение

Для понимания современного этапа развития архитектуры необходимо обратиться к работам исследователей, занимавшихся периодизацией архитектурного процесса и осмыслением роли технологий. В отечественной науке фундаментальный труд А. В. Иконникова «Архитектура XX века. Утопии и реальность» (2001) стал первой попыткой создать целостную картину мирового архитектурного столетия [1]. Автор прослеживает, как социальные и технологические изменения формировали облик зданий. С. П. Заварихин в учебнике

«Архитектура: композиция и форма» (2022) сосредоточился на эволюции профессионального инструментария архитектора, показывая влияние технологических возможностей на композиционные приёмы [13]. В. Л. Глазычев в энциклопедии «Архитектура» (2002) выделяет этапы развития архитектуры в соответствии со сменой доминирующих строительных технологий – от доиндустриального к индустриальному и постиндустриальному [14].

Среди зарубежных исследователей этап индустриализации охарактеризован У. Культерманном [2], связавшим смену этапов с появлением новых материалов. К. Фрамpton в «Современной архитектуре: критической истории» (1980) ввёл понятие «критического регионализма» и отметил широкое внедрение технологических новшеств в постмодернистской архитектуре, что привело к формированию «интернационального стиля» [3].

В современной архитектуре ключевой фигурой, анализирующей цифровой переход, является М. Карпо. В антологии «Цифровой поворот в архитектуре 1992–2012» (2013) он систематизировал этапы внедрения цифровых методов – от первых компьютерных экспериментов до массовой кастомизации, констатируя смену парадигмы проектирования: от статичных чертежей к динамическим алгоритмическим моделям [4]. Позже, в книге «Второй цифровой поворот» (2017), Карпо утверждает, что цифровые инструменты становятся не просто машинами производства, а инструментами мышления, формируя новую интеллектуальную парадигму. В отличие от идеолога параметризма П. Шумахера, который провозглашает рождение нового «большого стиля» на основе алгоритмического формообразования [5], Карпо сосредоточен на социальном и экономическом контексте. Дискуссия между этими подходами задаёт поле для критического осмысления технологий.

По данным российских исследователей О. П. Захарчук и П. В. Попович, сегодня около 70% строительных компаний в мире используют BIM-технологии [6]. Главные плюсы BIM в том, что все специалисты работают в одной модели и можно создать цифрового двойника здания – от идеи до сноса.

Одновременно с цифровыми технологиями развиваются и материалы. Например, в работах по инженерной древесине сказано, что CLT-панели и клееный брус позволяют строить не только маленькие домики, но и большие залы, и даже высотки. А К. Касулу, О. Воличенко с коллегами показывают, как биомиметика (подражание природе) в сочетании с параметрическими методами в цифровом производстве открывают новые возможности для экологичных деревянных конструкций [7].

Ещё одно важное направление, получившее широкое развитие в наше время – аддитивные технологии, то есть 3D-печать. Сегодня она широко применяется в различных отраслях, включая архитектуру. Как отмечают А. Б. Чаганов и соавторы, аддитивные методы обеспечивают высокую точность и минимальный расход материала [8]. Потенциал этой технологии далеко не исчерпан, и в ближайшие десятилетия она, вероятно, станет стандартным инструментом проектирования и строительства.

В сфере новых технологий отдельно стоит сказать об экологии. Н. В. Хроменок и В. И. Теличенко предложили концепцию управления экологическими рисками, которая объединяет оценку жизненного цикла здания (LCA), многокритериальную оптимизацию и BIM [9]. Суть концепции заключается в том, что традиционное проектирование учитывает в основном эксплуатационные затраты энергии (отопление, вентиляцию, освещение). При этом за рамками остаются выбросы, которые возникают на этапах добычи сырья, производства строительных материалов, их транспортировки, возведения здания, а также при его ремонте и сносе. Предложенная концепция как раз фокусируется на этих упущенных аспектах.

С помощью новых строительных технологий появляется возможность моделирования открытых строительных систем, которые позволяют менять планировку, надстраивать этажи или перепрофилировать здание без его разрушения, благодаря унифицированным узлам и съёмным элементам. Исследование Дж. Чэнь и соавторов [10] подчёркивает важность этих решений. А по мнению А.

Равинского, «умные» здания становятся самостоятельными экосистемами: они сами оптимизируют ресурсы и могут управляться удалённо [11].

Итак, технологии сегодня – это не просто инструмент, а один из главных источников того, как рождается архитектурная форма. Работ по отдельным инновациям (BIM, параметрика, CLT-панели) много, а целостной картины эволюции архитектурной практики под влиянием новейших технологий нет. Поэтому тема продолжает быть актуальной.

Цель статьи – рассмотреть ограниченный перечень технологий (BIM, параметрика, CLT-панели, 3D-печать), проанализировать их влияние на архитектурную практику, выделить ключевые этапы эволюции с чёткими критериями, а также дать прогноз дальнейшего развития. В работе сознательно не рассматриваются такие аспекты, как новые подходы к применению стекла, интеллектуальные системы фасадов и другие, что является ограничением данного исследования.

Методы. Теоретический анализ литературы позволил обобщить существующие подходы к проектированию, сравнительно-типологический анализ выявил сходства и различия зарубежного и российского опыта; анализ конкретных проектов наглядно проиллюстрировал воплощение инноваций; анализ статистических данных дал количественное обоснование масштабам цифровой трансформации.

Основные этапы трансформации архитектурной практики

Ниже представлена таблица, систематизирующая этапы по заявленным критериям.

Таблица 1. Критерии периодизации архитектурной практики

| Критерий | Индустриальный этап (1950–1970) | Этап хай-тек (1980–1990) | Цифровой этап (2000 – н.в.) |
|---------------------------|--|---|---|
| Доминирующие технологии | Сборный железобетон, кирпич, типовые конструкции | Металлоконструкции, стеклянные фасады, вынос коммуникаций | ВМ, параметрика, 3D-печать, CLT-панели |
| Характер формообразования | Унификация, стандартизация, повторяемость | Демонстрация технологий, сложные металлические формы | Алгоритмическое, кастомизация, органические формы |
| Роль технологий в образе | Скрытый инструмент (технология подчинена функционализму) | Главное средство выразительности (хай-тек как эстетика) | Источник формы и смысла (алгоритм = форма) |

Индустриальный этап (1950–1970-е годы)

Характеризуется массовым жилищным строительством из сборного железобетона (панели, блоки) и кирпича. Наряду с панельными сериями 1-464, 1-335 («хрущёвки») и 1-ЛГ-600 («брежневки») активно возводились кирпичные дома (серии 1-447, 1-465). Основная задача – быстрое и дешёвое обеспечение населения жильём. Критерием выделения этапа является господство унификации и стандартизации, а также подчинённость архитектуры технологическим возможностям заводов ЖБИ. Примерами служат: во Франции – система Камю (1948, рис. 1); в СССР – «хрущёвки» (рис. 2) и «брежневки» (рис. 3). Несмотря на критику за однообразие, этап позволил решить жилищную проблему послевоенного периода.



Рис. 1. Система Камю. Франция, 1948. https://dzen.ru/a/YVsNmkCOPETfZ_sv



Рис. 2 .«Хрущёвка», серия 1-464, типовой пятиэтажный дом.

<https://ru.ruwiki.ru/wiki/1-464>

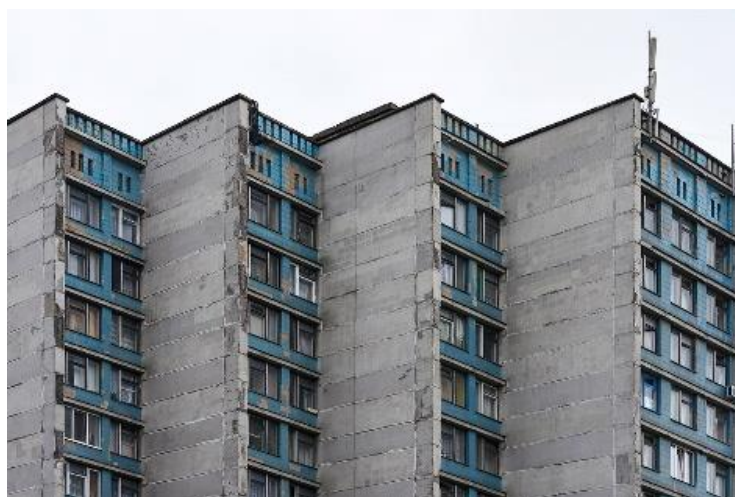


Рис. 3. «Брежневка», серия 1-ЛГ-600, девятиэтажный дом.

https://www.kvmeter.ru/information/homes_series/

Этап высоких технологий (1980–1990-е годы)

Критерий – демонстративность технологической оснащённости: вынос инженерных коммуникаций на фасады, сложные металлические конструкции, обилие стекла и стали. Технология становится главным средством выразительности. Ключевые примеры: Центр Жоржа Помпиду в Париже (1971–1977, рис. 4), Lloyd's Building в Лондоне (1978–1986, рис. 5), штаб-квартира HSBC в Гонконге (1979–1986, рис. 6). Как отмечает А. В. Иконников [1], демонстративность не всегда сопровождалась функциональной оправданностью (например, частые поломки наружных эскалаторов). Тем не менее, этот этап подготовил почву для цифровой революции, сделав технологию видимой и самоценной.



Рис. 4. Центр Жоржа Помпиду. Париж, 1977. <https://www.centrepompidou.fr/>



Рис. 5. Lloyd's Building. Лондон, 1986

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8c/Lloyd%2527s_building_%25282013%2529_-_panoramio.jpg/1280px-Lloyd%2527s_building_%25282013%2529_-_panoramio.jpg

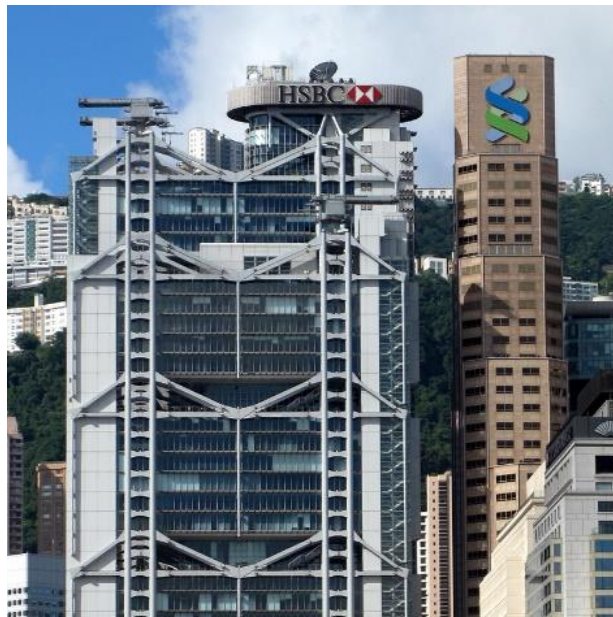


Рис. 6. Штаб-квартира HSBC Гонконг, 1986.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2a/HSBC_Headquarters_-_Foster_and_Partners.jpg/1280px-HSBC_Headquarters_-_Foster_and_Partners.jpg

Цифровой этап (2000-е годы – настоящее время)

Критерии: алгоритмическое формообразование, использование BIM и параметрического проектирования, внедрение аддитивных технологий и новых материалов (CLT-панели). Архитектор оперирует не чертежами, а переменными и алгоритмами. Цифровое производство (3D-печать, станки с ЧПУ) позволяет изготавливать уникальные элементы без массового тиражирования.

Параметрическое проектирование. Пример – Metropol Parasol в Севилье (арх. Юрген Майер-Херманн, 2011): деревянная конструкция из клееного бруса, рассчитанная алгоритмами. Другой пример – Центр Помпиду-Мец (арх. Шигеру Бан, 2010) с шестислойной деревянной крышей без внутренних опор. В России параметрика применяется пока ограниченно, в основном для фасадных решений (ЖК «Famous», Москва, 2024 – более 3,5 тыс. уникальных стеклянных модулей). Причины отставания: высокая стоимость, недостаток квалифицированных кадров и слабая нормативная база.

Биомиметика. Павильон в Королевских ботанических садах Кью (Лондон, 2022) – почти нулевой углеродный след, использование природных материалов. Metropol Parasol также вдохновлён грибами и деревьями. Исследования К. Касулу и соавторов [7] показывают, что сочетание биомиметики с параметрикой открывает новые возможности для лёгких, прочных и экологичных конструкций.

CLT-панели. По данным М. А. Шубина и В. В. Громова [12], CLT-панели по прочности и огнестойкости сопоставимы с бетоном, позволяя строить здания до 18 этажей. Пример – норвежское Mjøstårnet (85,4 м, 2019). В России CLT-технологии только начинают внедряться (тестирование в ЦНИИСК им. Кучеренко), массовое производство отсутствует.

Аддитивные технологии (3D-печать). Как установлено А. Б. Чагановым и соавторами [8], проволочно-дуговая наплавка даёт возможность создавать сложные формы с минимальным расходом материала. За рубежом: башня Tor Alva (Швейцария, 30 м, 2024) – самое высокое 3D-печатное сооружение; дом Lib Work в Японии из грунта. В России – общественный центр «Мелля» (Татарстан, около 10 м). Зарубежный опыт опережает российский по этажности и масштабу.

Открытые системы и модульные фасады. За рубежом – WikiHouse (Великобритания). В России – модульные фасады в ЖК «Famous», но в основном в сегменте дорогой недвижимости, тогда как за рубежом открытые системы активно применяют для социального строительства.

«Умные» здания. The Edge в Амстердаме (2015) с 28 000 датчиков экономит до 70% энергии [11]. В России ЖК «СберСити» – единичный пример. Причины отставания: высокая стоимость сенсорного оборудования и отсутствие четкой нормативной базы.

Статистический анализ подтверждает, что мировой рынок 3D-печати в строительстве растёт экспоненциально (прогноз до 93,7 млрд долл. к 2033 году), в то время как российский рынок аддитивных технологий (всех отраслей) в 2024 году составил 18 млрд рублей, что указывает на значительное отставание.

Таким образом, на цифровом этапе архитектурная практика обогатилась несколькими значимыми новшествами, такими как параметрическое проектирование, биомиметика, аддитивными технологиями, «умными» зданиями и др.. Ключевым драйвером останется климатическая повестка, стимулирующая переход на возобновляемые материалы и энергоэффективные решения.

Заключение

Таким образом, технологии, которые прошли три этапа влияния на архитектуру: индустриальный, хай-тек и цифровой, изменили процесс деятельности архитектора, который преимущественно работает с информационной моделью и алгоритмами, создавая сложные адаптивные формы. Ключевыми факторами, сдерживающими внедрение новых технологий в России, являются: высокая стоимость оборудования и материалов, нехватка квалифицированных кадров, несовершенство нормативной базы. Для их преодоления рекомендуется: актуализировать строительные нормы в части CLT и 3D-печати, развивать образовательные программы по параметрическому проектированию и BIM, а также стимулировать локализацию производства CLT-панелей.

Прогноз развития: к 2030–2035 годам ожидается массовое внедрение 3D-печати для возведения зданий до 10–15 этажей, повсеместное использование

цифровых двойников на основе BIM, а также широкое распространение «умных» фасадных систем. Искусственный интеллект будет генерировать оптимизированные планировочные решения на ранних стадиях проектирования. Однако, как обосновывает исследование, технологический детерминизм не должен подменять гуманитарную миссию архитектуры – создание комфортной, осмысленной и психологически благоприятной среды для человека.

Список литературы

1. Иконников, А. В. Архитектура XX века. Утопии и реальность : в 2 т. – М. : Прогресс-Традиция, 2001. – 1328 с.
2. Kultermann, U. Architecture in the 20th Century. – New York : Van Nostrand Reinhold, 1993. – 300 с.
3. Frampton, K. Modern Architecture: A Critical History. – London : Thames & Hudson, 1980 (1st ed.). – 400 с.
4. Carpo, M. The Digital Turn in Architecture 1992–2012. – Chichester : Wiley, 2013. – 288 с.
5. Schumacher, P. The Parametricist Epoch: Let the Style Wars Begin // AD Architectural Design. – 2009. – Vol. 79, No. 4. – P. 12–19. (или другая работа Шумахера, уточните по тексту)
6. Захарчук, О. П. и др. Цифровая трансформация строительной отрасли: барьеры и перспективы внедрения BIM-технологий // Экономика строительства. – 2025. – № 2. – С. 45–52.
7. Касулу, К. и др. Применение биомиметических принципов в параметрическом проектировании деревянных конструкций // Architecture and Modern Information Technologies. – 2025. – № 1 (70). – С. 112–125.
8. Чаганов, А. Б. и др. Технологии трёхмерной печати в строительстве. Опыт применения и перспективные направления // Строительные материалы. – 2025. – № 1. – С. 45–53.
9. Теличенко, В. И., Хроменок, Н. В. Интегрированная методика управления экологическими рисками в жизненном цикле зданий: теоретические основы и

- концепция // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2025. – Вып. 3 (100). – С. 169–184.
10. Чэнь, Дж. и др. Открытые строительные системы и модульные фасадные решения: адаптация к климатическим условиям // Вестник гражданских инженеров. – 2025. – № 2. – С. 56–64.
11. Равинский, А. «Умные» здания как экосистемы: технологии автоматизации и управления ресурсами // Современная архитектура. – 2025. – № 1. – С. 78–85.
12. Шубин, М. А., Громов, В. В. CLT-панели в современном строительстве // Промышленное и гражданское строительство. – 2021. – № 5. – С. 112–118.

Список источников

13. Заварихин, С. П. Архитектура: композиция и форма : учебник для вузов. – М. : Юрайт, 2022. – 186 с.
14. Глазычев, В. Л. Архитектура : энциклопедия. – М. : Аванта+, 2002. – 536 с.