

УДК 004.8:681.5

DOI: 10.24160/3033-6333-2025-1-3-88-106

*Епифанов В. А., Михеева А. Д.
Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва*

*Epifanov V. A., Miheeva A. D.
National Research University «MPEI»,
Moscow*

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

DIGITAL TRANSFORMATION IN HOUSING CONSTRUCTION DESIGN

Аннотация

Введение. В условиях стремительного развития технологий цифровая трансформация становится двигателем прогресса в строительстве, особенно в жилищном секторе. Современные подходы к проектированию и возведению зданий кардинально меняются, открывая пути к более эффективному, качественному и быстрому строительству жилья.

Жилищное строительство – это основа благосостояния миллионов людей. С ростом городов и населения потребность в инновационных решениях для проектирования и строительства становится насущной.

Устаревшие методы уже не справляются с требованиями, предъявляемыми к скорости, точности и экономической целесообразности.

Цифровизация процессов в жилищном строительстве позволяет оптимизировать каждый этап, от идеи до воплощения. Применение таких технологий, как BIM, искусственный интеллект и анализ больших данных значительно сокращает время и затраты, уменьшает количество ошибок и повышает качество готового жилья [1].

Цифровые технологии играют решающую роль в преобразовании жилищного строительства. Благодаря им взаимодействие между всеми участниками процесса осуществляется лучше, что способствует позитивной тенденции для большей эффективности и грамотного использования ресурсов.

Необходимо четкое понимание того, как именно такая интеграция влияет на процесс проектирования и реализации проектов строительства жилья. Анализ перспектив, возникающих при цифровизации строительной отрасли, приобретает заметное значение в развитии отрасли. Такой подход позволит усовершенствовать уже существующие проектные решения. Вышеупомянутые факторы являются жизненно важными для всех заинтересованных сторон строительного рынка.

Внедрение таких технологий в процесс управления проектами строительства жилья позволяет оптимизировать рабочие процессы, снизить риски и повысить качество работы. Это является основой для наиболее эффективного и устойчивого жилищного строительства в будущем [2].

Материалы и методы. В процессе написания данной статьи осуществлен анализ исследований, проблематика которых заключается в цифровой трансформации в жилищном строительстве и управлении проектами. В работе применялись такие методы, как сравнительный анализ, классификация и индуктивный подход.

Результаты исследования. Разработана модель, наглядно демонстрирующая необходимые инструменты и данные для процесса проектирования жилья на всех его этапах. Результаты исследования могут быть использованы в профессиональной деятельности специалистами отрасли (проектировщиками, девелоперами, инвесторами).

Внедрение в процесс разработки проектов строительства жилья таких инструментов, как BIM-моделирование, искусственный интеллект и IoT-технологии дает возможность оптимизировать управление проектами, сократить сроки строительства, снизить затраты и улучшить координацию между всеми заинтересованными сторонами. Благодаря этому появилась возможность упрощенной коммуникации, возможность удаленного управления, оптимизации планирования, бюджетирования и контроля. Автоматизированный мониторинг позволяет повысить безопасность, а новые технологии управления ресурсами позволили более эффективно распределять материальные и человеческие ресурсы.

Обсуждение и заключение. Проведенное исследование показало, что благодаря цифровизации жилищное строительство стало значительно эффективнее. Современные цифровые инструменты обеспечили прозрачность коммуникации, возможность удаленного управления, а также оптимизировали планирование, бюджетирование и контроль. Автоматизированный мониторинг повысил безопасность, а новые технологии управления ресурсами позволили более эффективно распределять материальные и человеческие ресурсы.

В результате нашей работы разработана схема, которая наглядно демонстрирует все ключевые компоненты цифровой трансформации в сфере проектирования. Представленные на схеме (рис. 2) компоненты призваны существенно упростить внедрение цифровых инструментов в практику проектирования.

Abstract

Introduction. With the rapid development of technology, digital transformation is becoming the engine of progress in construction, especially in the housing sector. Modern approaches to the design and construction of buildings are changing dramatically, opening the way to more efficient, high-quality and fast housing construction.

Housing construction is the foundation of the well-being of millions of people. With the growth of cities and populations, the need for innovative solutions for design and construction is becoming urgent. Outdated methods can no longer cope with the requirements for speed, accuracy and economic feasibility.

Digitalization of processes in housing construction makes it possible to optimize every stage, from idea to implementation. The use of technologies such as BIM, artificial intelligence, and big data analysis significantly reduces time and costs, reduces errors, and improves the quality of finished housing.

Digital technologies play a crucial role in the transformation of housing construction. Thanks to them, the interaction between all participants in the process is better established, which contributes to a positive trend for greater efficiency and proper use of resources.

It is necessary to have a clear understanding of exactly how such integrations affect the process of designing and implementing housing construction projects. The analysis of what prospects may be with the digitalization of the construction industry plays a key role in the development of the industry. This approach will make it possible to improve existing design solutions. The above-mentioned factors are vital for all stakeholders in the construction market.

The introduction of such technologies into the housing project management process makes it possible to optimize work processes, reduce risks,

and improve the quality of work. This is the basis for the most efficient and sustainable housing construction in the future.

Materials and methods. In the process of writing this article, an analysis of research has been carried out, the topic of which is digital transformation in housing construction and project management. Methods such as comparative analysis, classification, and an inductive approach were used in the work.

Research results. A model has been developed that clearly demonstrates the necessary tools and data for the housing design process at all its stages. The research results are valuable information for industry experts (designers, developers, investors).

The introduction of tools such as BIM modeling, artificial intelligence, and IoT technologies into the housing project development process makes it possible to optimize project management, shorten construction time, reduce costs, and improve coordination among all stakeholders. Thanks to this, it became possible to communicate more easily, the possibility of remote management, as well as optimize planning, budgeting and control. Automated monitoring makes it possible to increase security, and new resource management technologies have made it possible to allocate material and human resources more efficiently.

Discussion and conclusion. The conducted research has shown that due to digitalization, housing construction has become much more efficient. Modern digital tools have provided transparency of communication, the possibility of remote management, as well as optimized planning, budgeting and control. Automated monitoring has improved security, and new resource management technologies have made it possible to allocate material and human resources more efficiently.

As a result of our work, we have developed a scheme that clearly demonstrates all the key components of digital transformation in the field of

design. The components shown in the diagram are designed to significantly simplify the implementation of digital tools in design practice.

Ключевые слова. Проектирование, развитие, BIM-технологии, искусственный интеллект, 3D-печать, устойчивое строительство, строительство, цифровизация

Keywords. Design, development, BIM-technologies, artificial intelligence, 3D printing, sustainable construction, construction, digitalization

Введение

В современных реалиях строительной отрасли приходится быстро реагировать на любые изменения внешней среды. Особую роль в этом играет внедрение цифровых технологий. Трансформация отрасли путем цифровизации открывает новые возможности, повышает эффективность, качество, оптимизирует затраты, сокращает расходы и время строительства того или иного объекта.

Современные проблемы в области проектирования не ограничиваются лишь выходом за рамки бюджета. Недостаточная координация между заинтересованными сторонами, высокая частота ошибок на стадии согласования и отсутствие возможности точного прогнозирования эксплуатационных характеристик здания являются существенными последствиями неэффективных проектных решений. Все эти факторы оказывают деструктивное воздействие на экономическую эффективность проектов и уровень удовлетворенности конечных потребителей. Следовательно, можно сделать вывод о первостепенной роли процесса проектирования в общем жизненном цикле любого жилого объекта.

Благодаря появлению информационных технологий меняется подход к проектированию, оптимизируются процессы, минимизируются риски на каждом из этапов строительства, улучшается координация между всеми участниками процесса.

В широком смысле, цифровая трансформация означает кардинальное обновление бизнес-процессов, моделей и корпоративной культуры с помощью цифровых инструментов. Такое изменение имеет многогранный характер и может быть проанализировано на технологическом, управленческом, экономическом и социальном уровнях.

Внедрение цифровых технологий в процесс проектирования, охватывающее новые инструменты, методики и платформы, направлено на создание более точных, эффективных и экологических проектных решений. Главная задача – повысить уровень проектной документации и ускорить вывод продукта на рынок. Это обусловлено тем, что именно на стадии проектирования определяется до 80% всех затрат, связанных со строительством и последующей эксплуатацией объекта. Следовательно, актуальность изучения и активного применения цифровых технологий в проектировании жилья неуклонно растет.

Современные требования рынка вынуждают строительные компании адаптироваться и изменяться, чтобы оставаться конкурентоспособными. Потребность населения в качественном, экологичном жилье растет, численность в городах увеличивается, города расширяются. Все это толкает строительную отрасль в сторону инновационных решений, которые позволят быстро и качественно реагировать на любые изменения на рынке.

Теория и практика последних лет показывают, что в центре внимания для области проектирования и управления жилищным строительством находится цифровая трансформация. Анализируя существующие научные работы, можно сделать вывод о том, что

внедрение цифровых технологий позволяет строительной отрасли выйти на принципиально новый уровень, увеличить эффективность проектных решений, улучшить качество объектов строительства, сократить риски в процессе реализации и снизить затраты.

Цель исследования – анализ современных тенденций цифровой трансформации в проектировании и управлении жилищного строительства и определение перспективных направлений развития данной области.

Актуальной тенденцией в современных реалиях является интегрирование в процесс проектирования жилищных объектов BIM-технологий.

Обзор литературы

Для успешного развития строительной отрасли в настоящее время крайне важно интегрировать цифровые технологии в процесс проектирования и управления проектами жилищного строительства. Следовательно необходимо более глубоко разобраться в сути и значении термина «цифровая трансформация строительной отрасли».

В результате исследования изучены научные статьи и исследования, относящиеся к цифровизации строительной отрасли. Представляется важным уделить повышенное внимание работам А.В. Степанова, М.В. Матвеевой, Е.С. Пешковой [3], Р.Д. Тарасенко [4] и др. [5-8]. Исследователи подробно исследуют внедрение в отрасль строительства цифровых технологий, исследуют вызовы и перспективы подобных интеграций.

Теоретические и практические вопросы внедрения цифровых технологий в проектирование и управление находятся в центре внимания российских и международных научных сообществ.

Анализ научной литературы подтверждает, что интеграция цифровых технологий в проектирование и управление проектами в сфере жилищного строительства является мощным стимулом для развития отрасли. Это приводит к более эффективным проектным решениям и повышению качества конечного продукта.

Материалы и методы

В процессе исследования был проведен анализ научных статей на тему цифровизации отрасли. Также нами были применены следующие методы исследования: сравнительный анализ, системный анализ, метод индукции. Главной целью было выявление тенденций и закономерностей.

Был произведен анализ эффективности разных подходов к цифровизации в области проектирования и управления в строительной отрасли. В рамки работы входит анализ эффективности разнообразных программных решений, мониторинг динамики производительности до и после внедрения цифровых технологий.

Пользуясь системным подходом, мы рассматриваем проектирование как единую целостную систему. Были изучены ключевые связи между компонентами проектной деятельности, выявлено воздействие цифровых технологий на каждый из этапов разработки проектов строительства жилья, определен характер взаимодействия всех участников процесса.

Исследование проводилось с помощью индуктивного подхода, благодаря этому были обнаружены ключевые тенденции в процессе цифровизации. Было изучено и рассмотрено большое количество реальных проектов строительства жилья, на основании чего делались выводы. Благодаря аналитическому методу мы выявили правила, позволяющие успешно интегрировать цифровые технологии в проектирование.

Для того, чтобы наглядного представить результаты, мы использовали визуализацию.

Результаты исследования

Начало цифровизации было положено еще в конце прошлого века с появлением САПР, но настоящий скачок произошел в последние годы с появлением комплексных цифровых решений, охватывающих весь жизненный цикл строительства. Сегодня BIM, системы управления проектами и цифровые платформы для контроля – это уже реальность строительной индустрии.

Первое упоминание о концепции информационного моделирования зданий (BIM) было сделано в 1970-х годах Чаком Истменом. В своей работе он описал концепцию «Building Description System» – системы, которая объединяет всю информацию о здании в единой цифровой модели. В настоящее время мы можем выделить множество определений данного термина. Рассмотрим некоторые из них.

«BIM – это процесс создания и управления информацией о здании на протяжении всего его жизненного цикла» – такое определение дает британский стандарт PAS 1192 [9]. «Цифровая трансформация в проектировании – это применение цифровых инструментов (BIM, цифровые двойники, облачные платформы, ИИ) для создания «умных» проектов, где каждое решение принимается на основе аналитики, моделирования и прогнозирования, а не интуиции или шаблонов» – это определение принадлежит Autodesk (ведущему разработчику BIM-ПО) [10]. «Цифровой двойник – это виртуальная копия физического объекта, которая обновляется в реальном времени и используется для мониторинга, анализа и оптимизации его работы» [11]. Это определение подчеркивает прогностический потенциал технологии.

Обобщая определения, мы отметим, что BIM и цифровая трансформация представляют собой целостную систему управления информацией. Она дает возможность всем вовлеченным в проект сторонам оперировать едиными, своевременными данными, что ведет к принятию грамотных решений.

Одним из показательных примеров успешного применения цифровых решений в строительной отрасли России является опыт группы компаний ПИК. Внедрив BIM-технологии на всех стадиях проектирования, компания добилась значительного сокращения коллизий (на 40%) и ускорения процесса проектирования (на 25%). Цифровая платформа ПИК включает в себя инструменты для автоматической проверки соответствия нормам, моделирования освещенности солнцем и расчета энергоэффективности зданий.

В 2017 году компания McKinsey [12] провела первое масштабное исследование цифровизации в строительстве, которое выявило отставание отрасли от других секторов экономики по уровню внедрения цифровых технологий. Несмотря на осознание необходимости цифровой трансформации, руководители компаний сомневались в экономической целесообразности инвестиций и испытывали дефицит квалифицированных специалистов. Более 70% строительных компаний не имели четко сформулированной цифровой стратегии. Однако, начиная с 2020 года, ситуация начала стремительно меняться благодаря государственной поддержке и благоприятным рыночным условиям.

К 2025 году строительная отрасль претерпела радикальные изменения. Инвестиции, которые ранее считались рискованными, теперь являются ключевым элементом конкурентоспособности. За несколько лет (2022-2025) доля жилых проектов с использованием BIM-технологий выросла почти втрое, достигнув 50% против прежних 18%. Цифровые платформы управления проектами стали нормой для более чем 70%

крупных застройщиков, а не просто выбором для новаторов. Даже передовые технологии, такие как цифровые двойники и генеративный дизайн с ИИ, которые казались футуристичными в 2022 году, теперь применяются в каждом пятом проекте. Движущей силой этой трансформации стало сочетание государственного давления и рыночных реалий. Обязательные требования к цифровой документации и льготное финансирование для «цифровых» проектов подтолкнули отрасль к перестройке. Компании также осознали, что цифровизация не только помогает соответствовать нормам, но и значительно ускоряет проектирование (на 20-30%), сокращает количество ошибок при согласовании (на 40%) и повышает прозрачность для инвесторов.

В итоге строительная отрасль быстро перешла от выжидания к активному внедрению цифровых решений. При обращении к вопросам цифровой трансформации профессионалы уже не задают вопрос «будет ли?», сменив его на «как быстро и эффективно?». Проблема дефицита кадров, актуальная в 2017 году, теперь решается благодаря обновлению образовательных программ, росту онлайн-обучения и появлению ИИ-помощников, упрощающих освоение цифровых инструментов.

В контексте проектирования жилых зданий цифровые технологии позволяют более эффективно оценивать различные проектные решения и выбирать наиболее оптимальные варианты, что подчеркивает важность цифровой трансформации в этой области.

Особенно важным мы считаем рассмотреть ключевые источники данных для цифровой трансформации, которые можно представить в виде следующей схемы (рис. 1). Рассмотрим содержание разделов подробнее.

1. Проектная система. В данном разделе отражены данные, которые создаются в процессе проектирования: 3D-модели, спецификации, ведомости объемов работ, результаты инженерных расчетов (несущая способность, теплопотери, акустика).

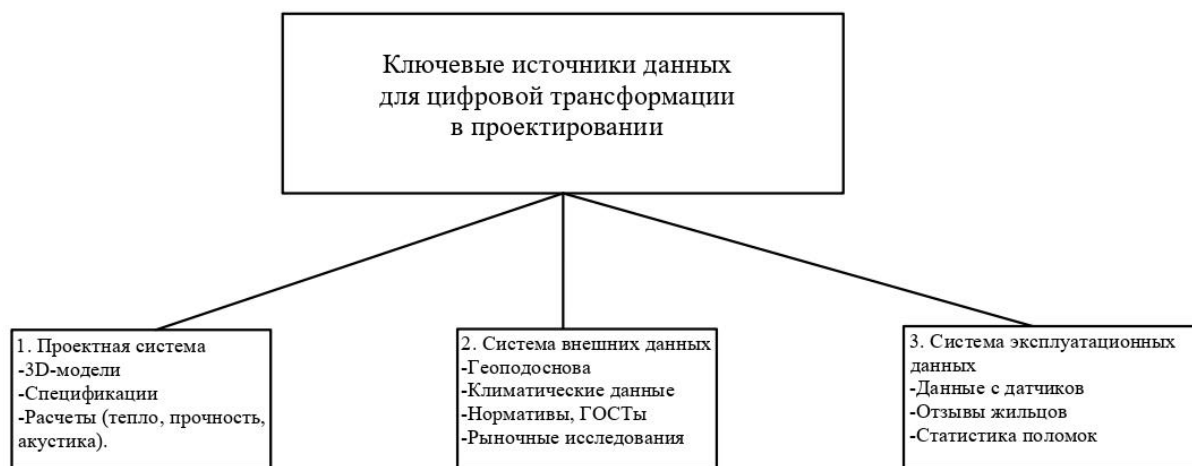


Рис.1 – Ключевые источники данных для цифровой трансформации

2. Система внешних данных. В этом блоке сведена информация из внешних источников: геоподоснова, климатические данные, нормативно-правовая база, рыночные исследования, данные о поведении пользователей из смежных проектов. Эта информация позволяет принимать решения, адаптируя их к конкретному контексту.

3. Система эксплуатационных данных. Служит для обеспечения обратной связи от объектов, которые уже отстроены и введены в эксплуатацию. Сюда входят данные с датчиков (температура, влажность, энергопотребление), отзывы жильцов, статистика поломок. Эти данные позволяют корректировать проектные решения для будущих объектов.

В цифровом проектировании источники данных можно разделить по определенным категориям. Когда речь идет о проектировании жилья, мы можем переосмыслить эту структуру. Учитывая нашу цель – создание максимально эффективного и комфортного продукта, мы можем сгруппировать источники данных таким образом, чтобы они отражали, как именно цифровые технологии интегрируются в процесс проектирования жилых зданий (рис. 2).

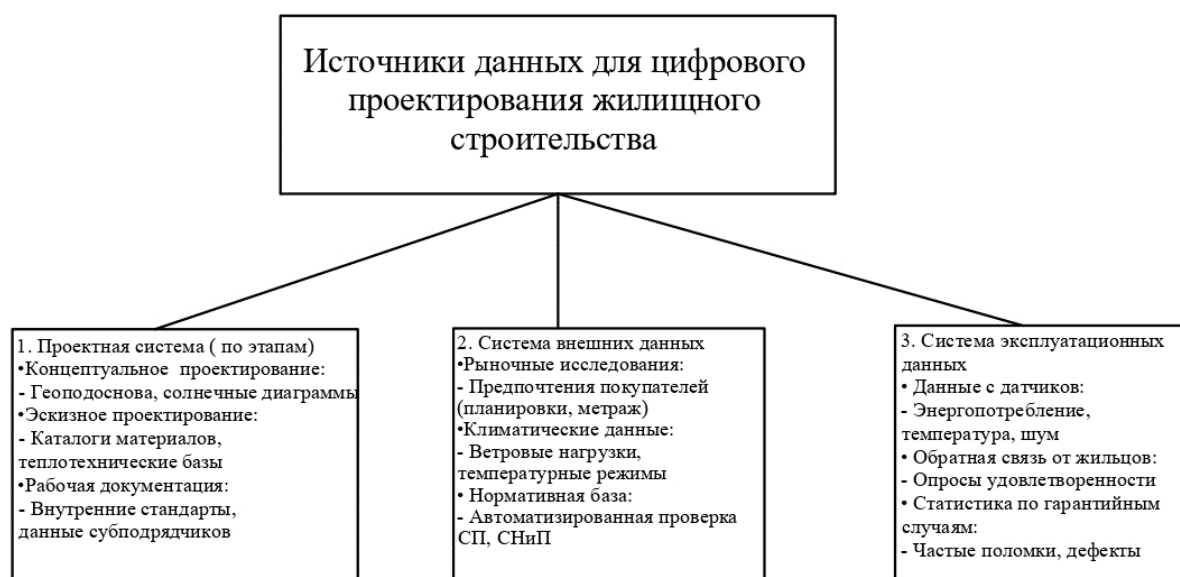


Рис. 2 – Источники данных для цифрового проектирования жилищного строительства

Рассмотрим подробнее каждый элемент:

1. Проектная система в зависимости от этапа:

- Концептуальное проектирование: анализ площадки, массово-пространственное моделирование, сравнение вариантов планировки. Источники: геоподоснова, солнечные диаграммы, нормативы по инсоляции.

- Эскизное проектирование: детализация конструкций, первичные инженерные расчеты, подбор материалов. Источники: каталоги производителей, базы данных по теплотехническим характеристикам.

- Рабочая документация: создание полной BIM-модели, проверка на коллизии, формирование спецификаций и смет. Источники: внутренние стандарты компании, нормативные требования, данные от субподрядчиков.

2. Система внешних данных:

- Рыночные исследования: понимание потребительских предпочтений (планировки, метраж, наличие балконов/лоджий) позволяет создавать актуальный и востребованный продукт.

- Климатические данные: моделирование ветрового режима,

расчет снеговых нагрузок, проектирование систем отопления и вентиляции.

- Нормативная база: автоматизированная проверка проекта на соответствие СП, СНиП, ГОСТам для минимизации рисков на стадии согласования.

3. Система эксплуатационных данных:

- Данные с датчиков: анализ реального энергопотребления, температурного режима, уровня шума для корректировки проектных решений в будущем.

- Обратная связь от жильцов: опросы и рейтинги удовлетворенности по параметрам: шумоизоляция, планировка, качество отделки, работа инженерных систем.

- Статистика по гарантийным случаям: выявление наиболее часто ломающихся элементов или систем для их доработки в новых проектах.

При построении схемы мы упорядочили источники информации, принимая во внимание как их происхождение, так и их применимость на разных этапах проектирования. Это решение мы считаем обоснованным, поскольку для разработки оптимального проекта критически важно интегрировать данные на всех стадиях, начиная с концептуальной проработки и заканчивая созданием рабочей документации.

Следует отметить, что на начальных этапах проектирования данные не из всех источников оказываются применимы. Так, сведения об эксплуатации становятся доступны лишь после ввода объекта в эксплуатацию. Это подчеркивает, что цифровая трансформация является непрерывным процессом, основанным на цикле обратной связи. Полученные в ходе эксплуатации данные необходимо постоянно возвращать в начало цикла для оптимизации будущих проектов.

Обсуждение и заключение

Проведенное исследование позволило установить тесную связь между цифровой трансформацией и BIM-технологиями, а также выявить ключевые источники данных, необходимые для разработки эффективной стратегии цифрового проектирования жилья. Эти источники были объединены в три основные подсистемы, подчеркивая необходимость использования всей совокупности информационных ресурсов. Отмечается, что одни данные критически важны на этапе концепции, в то время как другие, основанные на эксплуатационных показателях, играют роль в обучении и улучшении будущих проектов. Таким образом, для создания высококачественного и конкурентоспособного жилья необходимо комплексное применение цифровых технологий и данных на всех этапах жизненного цикла проекта.

Список использованных источников

1. *Епифанов В. А., Михеева А. Д.* Анализ проектирования жилищного строительства в условиях развития цифровых технологий/ Инновационные перспективы Донбасса. Материалы 11 Международной научно- практической конференции (г. Донецк, 27-29 мая 2025 г.)/ Т.1. Проблемы и перспективы в горном деле и строительстве. – Донецк: ДонНТУ. – 2025. - С. 56-60.
2. *Панчева В. С., Кабанова А. А.* Ключевые факторы эффективного внедрения цифровых решений в строительной отрасли / В. С. Панчева, А. А. Кабанова // Градостроительство. – 2024. – № 1-2 (89-90). - С.27-32.
3. *Степанов А. В., Матвеева М. В., Пешкова Е. С.* Цифровизация строительной отрасли: перспективы и вызовы // ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ИНВЕСТИЦИИ. СТРОИТЕЛЬСТВО. НЕДВИЖИМОСТЬ. – 2024. – №2 (49). – С. 356-366.
4. *Тарасенко Р. Д.* Влияние цифровизации на управление строительными проектами // Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» – 2025. – Том 4. – №4 (85). – С. 897-901.

5. Бутенко А. И. Развитие цифровых технологий в строительной отрасли России / А.И. Бутенко // Вестник науки. – 2023. – Т. 4, № 11(68). – С. 644–650.
6. Проектирование инженерных систем на основе BIM-модели в Autodesk Revit MEP : учебное пособие для СПО /И. И. Суханова, С. В. Федоров, Ю. В. Столбихин, К. О. Суханов. -2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 148 с.
7. Ващенко Т. В. Цифровые технологии в строительной отрасли: проблемы и перспективы внедрения / Т. В. Ващенко // Вестник евразийской науки. – 2024. – Т. 16. – № 2.
8. Калязина Е. Г. Цифровой менеджмент в управлении проектами // Креативная экономика. – 2021. – Том 15. – № 12. – С. 4747–4766.
9. BSI. PAS 1192:2013. Спецификация для управления информацией на этапе капитального ремонта/сдачи в эксплуатацию строительных проектов с использованием информационного моделирования зданий. — Лондон: Британский институт стандартов — 2013. URL: https://bim.kz/images/BIMNEWS/PAS_1192-2_2013.pdf. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
10. Мангон Н. От цифровой трансформации к цифровому ускорению с помощью BIM, ориентированного на результат / Н. Мангон // Журнал АЕС. — 2024. URL: <https://clck.ru/3PsqSN>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
11. Гривз М. Цифровой двойник: совершенство производства за счет виртуальной фабричной репликации / М. Гривз // ResearchGate. — 2015. URL: <https://goo.su/3Q0nzk>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).
12. McKinsey & Company. *Reinventing construction through a productivity revolution*. – 2017. – 120 p. – URL: <https://clck.ru/3PKHQZ>. (дата обращения: 05.10.2025 г.).

References

1. Epifanov V.A., Mikheeva A.D. Analysis of housing construction design in the context of digital technology development/ *Innovacionnye perspektivy Donbassa. Materialy 11 Mezhdunarodnshchj nauchno- prakticheskoy konferencii (g.Doneck, 27-29 maya 2025 g.)*. / T.I. Problemy i perspektivy v gornom dele i stroitel'stve. [Innovative perspectives of Donbass. Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference (Donetsk, May 27-29, 2025). Vol.1. Problems and prospects in mining and construction]. – Donetsk: DonNTU. - 2025. - Pp. 56-60. (In Russ.).

2. Pancheva V. S., Kabanova A. A. Key factors of effective implementation of digital solutions in the construction industry // *Gradostroitel'stvo* [Urban planning]. – 2024. – № 1-2 (89-90). – Pp.27-32. (In Russ.).
3. Stepanov A. V., Matveeva M. V., Peshkova E. S. Digitalization of the construction industry: prospects and challenges // *IZVESTIYA VUZOV. INVESTICII. STROITEL'STVO. NEDVIZHIMOST'* [IZVESTIYA VUZOV. investment. construction. real estate]. – 2024. – №2 (49). – Pp. 356-366. (In Russ.).
4. Tarasenko R. D. The impact of digitalization on construction project management // *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «VESTNIK NAUKI»* [International Scientific Journal "BULLETIN of SCIENCE"]. – 2025. – Volume 4. – №4 (85). – Pp.897-901. (In Russ.).
5. Butenko A. I. The development of digital technologies in the Russian construction industry // *Vestnik nauki* [Bulletin of Science]. - 2023. – Vol. 4, No. 11(68). – Pp. 644-650. (In Russ.).
6. *Proektirovanie inzhenernykh sistem na osnove BIM-modeli v Autodesk Revit MER : uchebnoe posobie dlya SPO* [Designing engineering systems based on the BIM model in Autodesk Revit MER: a textbook for PDF] / I. I. Sukhanova, S. V. Fedorov, Yu.V. Stolbikhin, K. O. Sukhanov. -2nd ed., revised. - St. Petersburg: Lan, 2023. -148 p. (In Russ.).
7. Vashchenko T. V. Digital technologies in the construction industry: problems and prospects of implementation // *Vestnik evrazijskoj nauki* [Bulletin of Eurasian Science]. – 2024. – Vol. 16. – No. s2. (In Russ.).
8. Kalyazina E. G. Digital management in project management // *Kreativnaya ekonomika* [Creative economy]. – 2021. – Volume 15. – No. 12. – Pp. 4747-4766. (In Russ.).
9. BSI. PAS 1192:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. — London: British Standards Institution – 2013. URL: https://bim.kz/images/BIMNEWS/PAS_1192-2_2013.pdf. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).
10. Mangon N. From Digital Transformation to Digital Acceleration with Outcome-Based BIM. AEC Magazine. – 2024. URL: <https://clck.ru/3PsqSN>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).
11. Greaves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. ResearchGate. – 2015. URL: <https://goo.su/3Q0nzk>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).

12. McKinsey & Company. Reinventing construction through a productivity revolution. – 2017. – 120 p. – URL: <https://clck.ru/3PKHQZ>. (date of request 05.10.2025). (In Eng.).

Сведения об авторах:

Епифанов Виктор Александрович – д.э.н, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: YepifanovVA@mpei.ru

Михеева Анна Дмитриевна – студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», e-mail: annamiheeva01@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 07.10.2025 г.

Статья принята к публикации: 20.10.2025 г.

Для цитирования: Епифанов В. А., Михеева А. Д. Цифровая трансформация в проектировании жилищного строительства // Менеджмент. Экономика. Информатика (М. Э. И.). – 2025. – Т. 1. – № 3. – С. 88-106.

For citation: Epifanov V. A., Miheeva A. D. Digital transformation in housing construction design // Management. Economics. Informatics (M. E. I.). – 2025. – Vol. 1. – No. 3. – P. 88-106.