

Цифровизация в строительстве и её влияние на социальную защиту и экономику*

Digitalization in Construction and Its Impact on Social Protection and the Economy

А. НЕМЧИНОВА, Э. КАЛИМУЛЛИНА,
Г. АЗНАБАЕВА

Немчинова Анна Викторовна, магистрант Института экосистем бизнеса и креативных индустрий (ИЭС) ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ). E-mail: annimpala@mail.ru

Калимуллина Эльза Рамисовна, канд. соц. наук, доцент кафедры «Финансы и кредит» ИЭС УГНТУ. E-mail: KalimullinaER@mail.ru

Азнабаева Гульмарьям Хисамутдиновна, канд. экон. наук, доцент кафедры «Финансы и кредит» ИЭС УГНТУ. E-mail: gulyaaznabaeva@mail.ru

В статье анализируются процессы цифровизации в строительной отрасли и их влияние на социальную защиту работников и экономическое развитие. Рассматриваются ключевые технологии, такие как информационное моделирование зданий (BIM), Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (ИИ), их внедрение и влияние на эффективность строительства. Проведен экономико-статистический анализ, подтверждающий положительное влияние цифровых технологий на сокращение издержек, повышение безопасности труда и снижение уровня производственного травматизма. Выявлены ключевые проблемы, связанные с цифровизацией, включая высокие затраты на внедрение, дефицит квалифицированных кадров и необходимость государственной поддержки. Предложены направления дальнейших исследований, в том числе изучение экологической устойчивости строительства в условиях цифровой трансформации.

Ключевые слова: цифровизация, строительство, экономика, социальная защита, BIM, автоматизация, технологии.

The article analyzes the processes of digitalization in the construction industry and their impact on the social protection of workers and economic development. Key technologies such as building information modeling (BIM), the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI), their implementation and impact on construction efficiency are considered. An economic and statistical analysis has been carried out confirming the positive impact of digital technologies on reducing costs, improving occupational safety and reducing occupational injuries. Key issues related to digitalization have been identified, including high implementation costs, a shortage of qualified personnel, and the need for government support. In conclusion, the article suggests areas for further research, including the study of the environmental sustainability of construction in the context of digital transformation.

Key words: digitalization, construction, economics, social protection, BIM, automation, technology.

Основные положения

1. Цифровизация повышает эффективность и безопасность. Внедрение BIM, IoT и ИИ снижает издержки, повышает точность проектирования и снижает уровень травматизма на стройплощадках.
2. Главные барьеры – высокая стоимость и нехватка специалистов. Внедрение цифровых технологий требует значительных инвестиций и подготовки квалифицированных кадров.
3. Государственная поддержка – ключевой фактор цифровизации. Необходимы законодательные меры, образовательные программы и финансовая поддержка для успешного внедрения цифровых решений.

* Ссылка на статью: Немчинова А.В. и др. Цифровизация в строительстве и её влияние на социальную защиту и экономику / А.В. Немчинова, Э.Р. Калимуллина, Г.Х. Азнабаева // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2025. № 2. С. 160–166. DOI: 10.34773/EU.2025.2.27.

Введение

Современная строительная отрасль переживает этап интенсивной цифровой трансформации, связанный с внедрением передовых технологий, таких как информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling), искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT) и автоматизированные системы управления. Эти изменения направлены на повышение эффективности строительных процессов, снижение издержек и улучшение условий труда, что, в свою очередь, оказывает влияние на социальную защиту работников и экономическое развитие отрасли.

Рост темпов внедрения цифровых технологий в строительстве подтверждается данными аналитических исследований. Согласно исследованию, представленному в статье Д.Д. Мельмонта «Влияние цифровизации на экономическое и социальное развитие регионов в России» [6, 1215], цифровизация развивается неравномерно, что приводит к различиям в уровне технологического прогресса и социально-экономических последствиях для различных субъектов Российской Федерации. Внедрение цифровых технологий позволяет оптимизировать процессы проектирования, строительства и эксплуатации зданий, снижая затраты на производство и повышая уровень безопасности на строительных площадках.

Вопрос цифровизации строительства активно обсуждается в научных публикациях. В частности, в статье Н.Д. Джабраиловой «Влияние цифровизации мировой экономики на развитие бизнеса» рассматриваются ключевые преимущества цифровизации, такие как повышение качества проектирования, сокращение сроков выполнения строительных работ и оптимизация использования ресурсов [3]. Анализируя мировой опыт, можно выделить такие передовые технологии, как BIM, которые широко применяются в развитых странах и становятся стандартом для строительства будущего.

Несмотря на очевидные преимущества цифровизации, существует ряд вызовов, связанных с её внедрением. Доступность цифровых технологий для строительных компаний, необходимость переподготовки кадров и адаптация нормативной базы остаются актуальными проблемами, требующими комплексного подхода. Особого внимания заслуживает влияние цифровизации на рынок труда, так как автоматизация может привести к трансформации рабочих мест и изменению требований к квалификации специалистов.

Целью данного исследования является анализ влияния цифровизации в строительстве на социальную защиту работников и экономические процессы в отрасли. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ современных цифровых технологий, используемых в строительной отрасли;
- оценить их влияние на уровень социальной защиты сотрудников;
- исследовать экономические эффекты цифровизации;
- определить перспективы и возможные направления дальнейшего развития цифровых решений в строительстве.

Методы

В исследовании использовались следующие методы:

1. Анализ научной литературы и нормативных документов по цифровизации строительства;
2. Экономико-статистический анализ данных о внедрении BIM и IoT в строительной отрасли.

Методологическая основа исследования включает системный подход, позволяющий рассматривать цифровизацию как комплексную проблему, включающую технологические, экономические и социальные аспекты.

В рамках анализа научной литературы были изучены отечественные и зарубежные исследования, отражающие текущие тенденции цифровизации строительства, а также нормативные документы, регулирующие внедрение цифровых технологий в отрасли.

Сравнительный анализ позволил выявить успешные практики цифровой трансформации в строительстве в странах с разным уровнем экономического развития, а также оценить перспективы их адаптации в национальных условиях.

Экономико-статистический анализ основывался на обработке данных, полученных из официальных источников (государственная статистика, отраслевые отчеты, исследования ведущих консалтинговых компаний). Использовались методы корреляционного анализа и факторного моделирования для выявления взаимосвязей между цифровизацией и экономическими показателями отрасли.

Результаты

Анализ, основанный на данных Госкомстата РФ, а также исследовательских отчетах Deloitte и PwC, показал, что наиболее широко используемыми технологиями цифровизации в строительстве являются BIM – информационное моделирование зданий, позволяющее сократить время проектирования и снизить затраты, IoT – мониторинг безопасности на стройплощадке и контроль технического состояния оборудования, ИИ и машинное обучение – прогнозирование затрат, автоматизация проектирования и управление ресурсами.

1 сентября 2023 года вступило в силу постановление Правительства РФ № 2357 «О внесении изменений в постановление Правительства РФ № 331». Согласно ему, с 1 июля 2024 года застройщикам многоквартирных домов, привлекающим средства граждан, а также подрядным организациям, осуществляющим строительство по городскому заказу, необходимо использовать технологии информационного моделирования (ТИМ) на этапе проектирования.

Для малоэтажных домов переход на работу с ТИМ будет осуществляться с 1 января 2025 года. Однако остаются вопросы, связанные с доступностью этих технологий, их влиянием на занятость и экономическую устойчивость компаний. С 1 июля 2024 г. применение ТИМ-технологий стало обязательным для строительной отрасли.

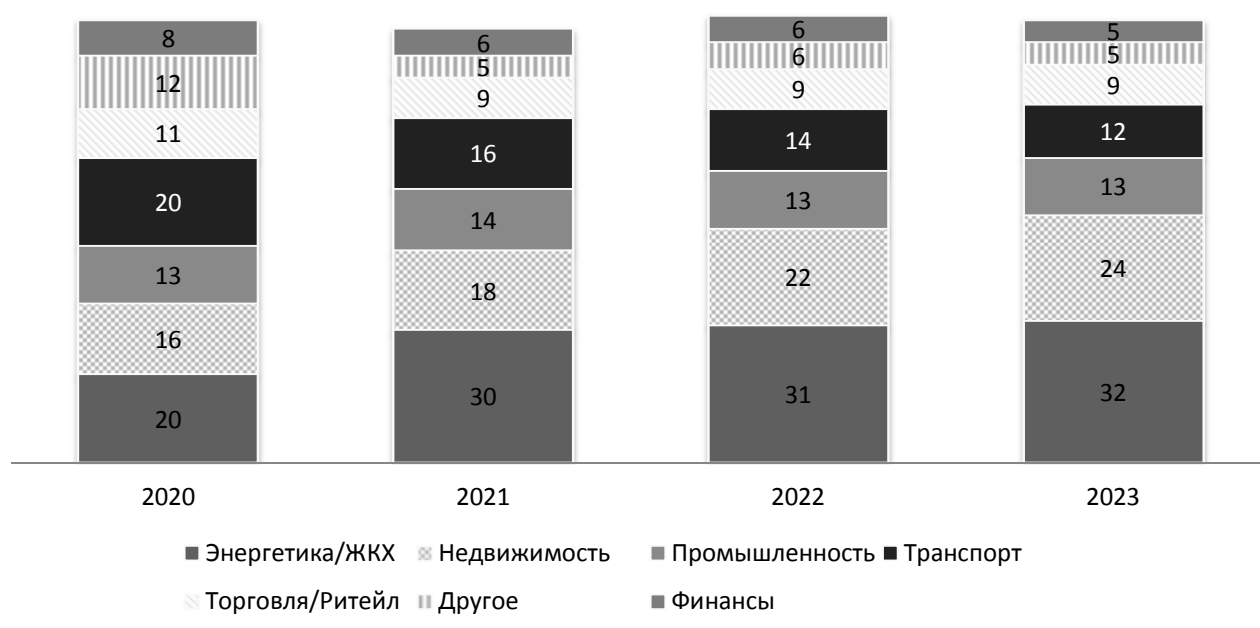
Во втором квартале 2024 года число застройщиков, применяющих ТИМ, увеличилось на 17 %, достигнув 878. Одновременно количество регионов, где ТИМ используется в жилищном строительстве, выросло с 45 до 54. Лидерами среди субъектов РФ по внедрению ТИМ остаются Москва, Московская область и Санкт-Петербург [4].

По данным исследования Ассоциации интернета вещей и агентства Onside, с которым TAdviser ознакомился в середине декабря 2024 года, объем российского рынка IoT в 2024 году достиг 181 млрд рублей. Это на 15% больше по сравнению с предыдущим годом, когда затраты в данной сфере составляли 158 млрд рублей [5].

Анализ структуры рынка IoT/M2M (M2M – межмашинное взаимодействие) в России показывает, что технологии IoT активно внедряются в различные отрасли, включая строительство. Наибольший рост наблюдается в сфере энергетики и ЖКХ, где доля IoT увеличилась с 20 % в 2020 году до 32 % в 2023 году. Существенное увеличение также зафиксировано в сфере недвижимости – с 16 % в 2020 году до 24 % в 2023 году (см. рисунок). Это свидетельствует о расширении применения цифровых технологий в строительстве и управлении зданиями. Рост доли промышленности и транспорта также подтверждает увеличение автоматизированных процессов, что непосредственно влияет на строительные площадки за счет внедрения датчиков безопасности, мониторинга строительной техники и оптимизации логистики материалов.

Использование IoT в строительстве направлено на развитие «умных» зданий, систем мониторинга потребления ресурсов и автоматизированного управления коммунальной инфраструктурой. Среднегодовой темп роста (CAGR) для промышленности прогнозируется на уровне 15 %, что говорит о дальнейшем расширении использования цифровых решений в строительных процессах и эксплуатации объектов. В сфере недвижимости CAGR составит 11 %, что свидетельствует о высокой востребованности IoT в управлении недвижимостью, «умных» системах освещения и контроле энергопотребления.

Структура рынка IoT/M2M в России по отраслям



Структура рынка IoT/M2M в России по отраслям (источник: ONSIDE)

Цифровизация также оказывает существенное влияние на безопасность труда и занятость работников. В соответствии с данными Роструда, в 2023 году на производственных объектах России было зафиксировано 5892 несчастных случая. Из этого числа 1609 инцидентов завершились летальным исходом, что свидетельствует о росте смертности на 2,81 % по сравнению с предыдущим годом. Строительная сфера продолжает оставаться одной из самых рискованных, в ней фиксируется около 23 % всех случаев гибели работников. Особенно высока доля трагических происшествий в мостостроении, где частота несчастных случаев остаётся на значительном уровне.

Основные причины повышенного травматизма на стройплощадках связаны с различными факторами. Наиболее распространённые среди них – падения с высоты, которые составляют 23 % от общего числа несчастных случаев. Далее следуют происшествия, вызванные контактом с промышленными механизмами и оборудованием (22 %), а также дорожно-транспортные происшествия (15 %). Особенно опасны падения с высоты, которые чаще всего происходят в ходе строительства мостов и являются основной причиной гибели рабочих.

Статистические данные также указывают, что в 28 % случаев несчастные происшествия на строительных объектах происходят из-за нарушений технологических процессов и несоблюдения норм охраны труда. Специалисты отмечают, что большинство инцидентов вызвано недостаточным контролем за соблюдением трудовой дисциплины, игнорированием требований безопасности и неэффективной организацией рабочих процессов.

Рассмотрим таблицу зависимости между частотой несчастных случаев и внедрением новых технологий, составленную М.В. Васьковым и Л.И. Белых по данным ОАО «РЖД» [2].

Частота несчастных случаев

Год	Частота несчастных случаев на 1000 сотрудников	Повышение квалификации (%)	Внедрение новых технологий (%)	Улучшение условий труда (%)	Общий вклад в снижение травматизма (%)
2019	2.254	15	10	8	20
2020	2.100	18	12	10	25
2021	1.850	22	15	12	30
2022	1.750	25	18	14	35
2023	1.677	27	20	15	40

Представленные данные свидетельствуют о чёткой положительной взаимосвязи между ростом уровня внедрения новых технологий и снижением травматизма. Процент внедрения технологий увеличился с 10 % в 2019 году до 20 % в 2023 году, а частота несчастных случаев за тот же период снизилась с 2,254 до 1,677 на 1000 сотрудников, что соответствует снижению более чем на 25%. Доля общего вклада в снижение травматизма при этом выросла с 20 % до 40 %. Важную роль играет не только использование современного оборудования и систем автоматизации, позволяющих минимизировать человеческий фактор и быстрее выявлять потенциальные риски, но и повышение квалификации персонала, ведь умение эффективно и безопасно пользоваться новыми системами напрямую влияет на результат. Кроме того, существенное влияние оказывает улучшение условий труда, включающее оптимизацию рабочих мест, инфраструктуры и режимов работы.

Опираясь на сведения, представленные Минстроем РФ [7], а также на материал статьи «Постановка задачи разработки методических основ информационного моделирования процесса сметного нормирования для оптимизации проектных работ» [1], можно выделить ключевые преимущества информационного моделирования. Внедрение BIM-технологий позволяет повысить эффективность сразу по нескольким направлениям: уменьшить строительные и эксплуатационные затраты вплоть до 30 %, снизить долю ошибок и неточностей в проектных материалах до 40 %, сократить сроки реализации проекта вплоть до 50 %, уменьшить время, необходимое для проверки готовой модели, в шесть раз, а риски бюджетных погрешностей — в четыре раза. Кроме того, значительно ускоряются процессы согласования и координации (до 90 %), сроки возведения объекта сокращаются примерно на 10 %, а временные затраты на управление строительством снижаются в диапазоне от 20 до 50 %. Существенной поддержкой является автоматизация сложных этапов расчета конструктивных параметров, выбора материалов и оборудования. К тому же, если в проект вносятся изменения, в BIM-среде они автоматически отражаются в чертежах и расчётах, что сразу доступно всем участникам процесса и является принципиальным отличием BIM от простой 3D-визуализации. Таким образом, все упомянутые преимущества становятся достижимыми только при системном и грамотном применении BIM-технологий на каждом этапе строительства.

Обсуждение

Результаты исследования подтверждают, что цифровизация оказывает значительное влияние на экономику строительства и уровень безопасности труда. Цифровизации нельзя избежать, поскольку технологическое развитие продолжается, заставляя компании в конечном итоге становиться более цифровыми, чтобы выжить [8]. Внедрение BIM, IoT и других передовых технологий способствует сокращению затрат, ускорению строительных процессов и снижению травматизма на рабочих местах. Однако, несмотря на очевидные преимущества, цифровая трансформация строительной отрасли сталкивается с рядом сложностей.

Одной из ключевых проблем остаётся **высокая стоимость внедрения цифровых технологий**. Создание информационных моделей, автоматизированных систем управления строительством и комплексных IoT-решений требует значительных инвестиций. Привлечение инвестиций, кроме того, бывает единственно возможным способом финансирования дорогостоящих

опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ [9]. Для малого и среднего бизнеса этот фактор может стать серьёзным барьером, особенно без доступа к программам господдержки.

Другой важный вызов – **дефицит квалифицированных специалистов**. Внедрение BIM и IoT требует новых компетенций от проектировщиков, инженеров и подрядчиков. Однако системы подготовки кадров пока не успевают за темпами развития технологий, что приводит к нехватке специалистов, способных эффективно работать с цифровыми инструментами. Это, в свою очередь, тормозит процесс внедрения инноваций на практике.

Ещё один аспект, требующий внимания – **необходимость государственной поддержки цифровизации**. Введение обязательного использования ТИМ с 2024 года для многоквартирного строительства – важный шаг, но для полноценного перехода на цифровые технологии необходимы более комплексные меры. Государство должно стимулировать цифровизацию не только на законодательном уровне, но и через финансовые и образовательные программы, поддерживая компании, внедряющие инновации.

Практическое применение полученных результатов может быть реализовано в виде рекомендаций для строительных компаний, регулирующих органов и образовательных учреждений. Необходимо не только развивать технологии, но и адаптировать к ним рынок труда, создавать доступные инструменты для цифровизации и обеспечивать эффективное регулирование этой сферы.

В дальнейшем стоит обратить внимание на ещё один важный аспект цифровизации – **экологическую устойчивость**. Применение BIM и IoT может значительно сократить отходы строительства, оптимизировать использование ресурсов и минимизировать углеродный след. В перспективе стоит провести более детальное исследование, чтобы оценить влияние цифровых технологий на экологическую составляющую строительства и разработать рекомендации по их использованию для создания более устойчивой строительной отрасли.

Заключение

Цифровизация строительной отрасли становится не просто трендом, а необходимым условием её развития. Внедрение BIM, IoT и ИИ уже сегодня демонстрирует значительные преимущества — от повышения безопасности труда до оптимизации затрат и сроков реализации проектов.

Одним из ключевых результатов цифровой трансформации стало сокращение уровня травматизма на стройплощадках благодаря использованию автоматизированных систем мониторинга и контроля. Информационные модели позволяют точнее планировать и прогнозировать затраты, снижая риски перерасхода бюджета, а интеллектуальные системы управления процессами делают строительные работы более эффективными.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, процесс цифровизации сталкивается с рядом ограничений. Высокая стоимость внедрения новых технологий остаётся серьёзным барьером, особенно для небольших компаний. Дефицит квалифицированных специалистов также тормозит процесс перехода на цифровые методы работы. Именно поэтому модернизация образовательных программ и активная поддержка со стороны государства играют решающую роль в успешном развитии цифровых инициатив в строительстве.

Перспективы цифровизации в строительной отрасли выходят далеко за рамки повышения эффективности и снижения затрат. Дальнейшее исследование её влияния на экологическую устойчивость, оптимизацию ресурсопотребления и сокращение углеродного следа может открыть новые возможности для развития отрасли в условиях глобальных вызовов. Таким образом, успешная цифровая трансформация требует комплексного подхода, включающего не только технологические нововведения, но и реформирование нормативной базы, развитие кадрового потенциала и формирование благоприятной инвестиционной среды.

Литература

1. Букалова А.Ю., Авдеева К.В. Постановка задачи разработки методических основ информационного моделирования процесса сметного нормирования для оптимизации проектных работ // *Construction and Geotechnics*. 2020. Т. 11, № 4. С. 81–93. DOI: 10.15593/2224-9826/2020.4.07.
2. Васьков М.В., Белых Л.И. Анализ производственного травматизма при строительстве мостов и пути его снижения // *Вестник науки*. 2024. Т. 4, № 10 (79). С. 1164–1179.
3. Джабраилова Н.Д. Влияние цифровизации на развитие бизнеса // *Журнал прикладных исследований*. 2023. № 1. С. 120–124. DOI: 10.47576/2712-7516_2023_1_120.
4. ДОМ.РФ: число работающих с ТИМ застройщиков выросло на 17 % за три месяца [Электронный ресурс]. URL: <https://cnews.ru/link/n605728>
5. Интернет вещей, IoT, M2M рынок России [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей%2C_IoT_%28рынок_России%29?utm_source=chatgpt.com
6. Мельмонт Д.Д. Влияние цифровизации на экономическое и социальное развитие регионов в России // *Вопросы инновационной экономики*. 2024. Т. 14, № 4. С. 1215–1228. DOI: 10.18334/vines.14.4.122154.
7. Минстрой России (официальный сайт) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.minstroyrf.ru>
8. Мусина Д.Р., Ганиева М.Р. Цифровая зрелость отрасли и предприятия: понятие и методы оценки // *Human Progress*. 2024. Т. 10, № 4. С. 5. DOI: 10.46320/2073-4506-2024-4a-22.
9. Экономические аспекты регулирования инвестиций в РФ / Н.Г. Ираева, Э.Р. Калимуллина, В.В. Шарипова, Г.Х. Азнабаева // *Российское предпринимательство*. 2014. № 12(258). С. 24–33.