



ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В. Н. Ращупкина¹, Я. Д. Ткаченко²

ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,

Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, 286123,

г. о. Макеевский, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2.

E-mail: ¹ ya.d.tkachenko@donnasa.ru, ² v.n.raschupkina@donnasa.ru

Получена 10 ноября 2023; принята 24 ноября 2023.

Аннотация. Строительная отрасль во все времена была главнейшим направлением в развитии любой цивилизации. Информационные технологии в строительстве позволяют работать с массивом данных, эффективно управлять строительством, увеличивать прибыль и сокращать сроки стройки. Современные тенденции развития научного потенциала, на этапах перехода к промышленной революции обуславливают необходимость внедрения передовых технологий и методов управления в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, сочетающих в себе цифровые технологии, в разработке эффективных управленческих решений, способных расширить возможности персонала, максимально повысить эффективность, обеспечить выход строительной промышленности на новый конкурентный уровень. Внедрение цифровых технологий является сложной научно-технической задачей, в которой пересекаются многочисленные организационно-технические решения, это требует от различных технологических областей, разработки инновационных моделей, методов и инструментов, создания новых форм и способов организации производственных структур, доказывает необходимость научного обоснования качества проектируемой производственной системы в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, в целом.

Ключевые слова: инновационные технологии, цифровизация, цифровая зрелость, бизнес-процессы, строительство, BIM-технологии, искусственный интеллект, ИТ-поставщики.

FEATURES OF INNOVATION TECHNOLOGIES AND DIGITIZATION OF BUSINESS PROCESSES IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Valentina Raschupkina¹, Yana Tkachenko²

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,

Russian Federation, 286123, Makeevka, Derzhavin st., 2.

E-mail: ¹ v.n.raschupkina@donnasa.ru, ² ya.d.tkachenko@donnasa.ru

Received 10 November 2023; accepted 24 November 2023.

Abstract. The construction industry has at all times been the main direction in the development of any civilization. Information technologies in construction make it possible to work with an array of data, effectively manage construction, increase profits and reduce construction time. Modern trends in the development of scientific potential, at the stages of transition to the industrial revolution, necessitate the introduction of advanced technologies and management methods in construction and housing and communal services, combining digital technologies, in the development of effective management solutions that can expand the capabilities of personnel, maximize efficiency, and ensure reaching a new competitive level for the construction industry. The introduction



of digital technologies is a complex scientific and technical task in which numerous organizational and technical solutions intersect; this requires from various technological areas the development of innovative models, methods and tools, the creation of new forms and ways of organizing production structures, and proves the need for a scientific substantiation of the quality of the designed production systems in construction and housing and communal services in general.

Keywords: innovative technologies, digitalization, digital maturity, business processes, construction, BIM technologies, IT suppliers.

Введение

Стремительное развитие технологий строительства приводит к масштабной цифровизации всей отрасли. Применение IT-технологий становится ключевым в обеспечении конкурентоспособности строительной промышленности. Инновации в строительстве изменяют облик стройплощадок, увеличивают прибыль строительных предприятий и способствуют успешной победе в проектных тендерах. Именно инновации приносят экономическую выгоду и выделяют строительные предприятия среди конкурентов, тем самым создавая благоприятный имидж строительной отрасли в целом. Использование больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения – одна из ключевых инноваций, которые нужно начать применять в ближайшем будущем.

Сбор детальной информации о проектах на стройплощадке, состояние текущих бизнес-процессов и организация управленческих решений позволит предприятиям значительно повысить рентабельность и производительность текущих работ.

Искусственный интеллект (ИИ) – это способность технологии принимать решения независимо от участия человека, а машинное обучение – это способность технологии «учиться» на основе прошлого опыта и анализа больших данных. Обе эти технологии имеют огромное значение для строительства, где эффективное и интеллектуальное принятие решений оказывает заметное влияние на производительность и безопасность.

Российские предприятия, уже внедрившие цифровые решения в строительстве, вынуждены менять их и адаптироваться к новой реальности. Те же, кто еще не занимался цифровизацией, подошли к этой проблеме вплотную: иначе уже просто нельзя работать, государство и крупные заказчики ставят высокие требования.

Анализ последних исследований и публикаций

Особенностям внедрения и предпосылок возникновения информационных технологий в строительстве в современных условиях и существующим барьерам для внедрения цифровизации бизнес-процессов на отечественных строительных предприятиях посвящены работы многих отечественных ученых: С. В. Амелин [1], Л. А. Бирман [2], Н. А. Жданкин [3], О. Л. Перерва [4], С. В. Свиридова [5], Л. Н. Серков [6], А. Л. Лебедев [7], М. В. Филатова [8] и многих других.

Целью работы

Целью работы является определение сущности и особенности внедрения информационных технологий и цифровизации бизнес-процессов в строительстве.

Основной материал

Искусственный интеллект – один из самых быстрорастущих сегментов цифровизации в строительстве, в России в том числе. Хотя большинство IT-продуктов на рынке ориентированы на решение базовых потребностей – учете и автоматизации, нет сомнений, что скоро информационные системы и технологии изменят облик и рынка в целом, и конкретных строительных площадок и действующих предприятий в данной сфере.

Перспективы применения искусственного интеллекта на строительных предприятиях следующие:

- Проактивный анализ больших массивов данных. Чем дальше заходит цифровизация, тем больше данных генерируют различные решения. Возникает необходимость аналитики. Особенно фильтрация и предварительный

анализ важны для руководителей, которым некогда разбираться в длинных отчетах. ИИ может быстро анализировать информацию, выдавать ключевые выводы и строить прогнозы.

- Интеграция со строительными роботами и рекомендации по управлению ими. ИИ может строить расписание работы, планировать время и составлять графики подвоза материалов.
- Контроль стоимости строительства. Применение искусственного интеллекта в строительстве позволяет уменьшить бюджеты и отклонения во времени на 10–20 %, а часы работы инженеров – на 10–30 %.
- Использование нейросетей на стадии проектирования и НИОКР. Нейросеть – это автоматизация рутинных действий и специализированные расчеты.
- Цифровая документация. Электронный документооборот на стадии проектирования для многих компаний стал привычным. Переход на безбумажный документооборот в строительстве в рамках проведения цифровизации бизнес-процессов имеет огромные преимущества. Время на формирование актов сокращается в 2 раза, а скорость проверки – в 5 раз. Документы корректно оформлены и соответствуют законодательству. Отсутствует риск утери или порчи, ведь акты хранятся в электронном виде с мгновенным доступом онлайн, что упрощает дальнейшую эксплуатацию объекта [2].

Машиночитаемое документирование строительства – это перевод исполнительной документации строительства в данные, которые после введения в систему могут и передаваться, и обрабатываться без участия человека. Речь идёт об отчётных документах, которые строительные компании, возводящие здания за счёт бюджетных средств, должны предоставлять службам заказчика, управлениям капитального строительства региона и муниципалитетов. Такая документация сделает процесс ещё прозрачнее для строителей и заказчиков объекта. В 2023 году в России идет речь о дальнейшей цифровизации строительства: согласовании и подписании документов с помощью ЭЦП, внедрении электронных графиков производства работ и удаленном контроле.

Государство подталкивает строительные организации к внедрению цифровой документации. Вступивший в силу приказ № 344/пр Минстроя РФ, который определяет, как вести исполнительную документацию в электронном виде. Например, предлагается заполнять в цифровом пространстве общие и специальные журналы работ. Это позволит увеличить оперативность, избежать ошибок, а также привязать журналы к другой документации. Крупные предприятия стараются оцифровать все возможные процессы и дошли уже до кадровых подразделений. Предприятие получило возможность онлайн оформлять отпуска, командировки, упрощенно вести процесс найма. Выросла эффективность работы с удаленными сотрудниками, и на 80 % сократилось использование бумаги [3].

Минстрой России принимает целый комплекс мер, совершенствуя механизмы правового регулирования, выявляет случаи правоприменения. В части методологии – разрабатывает техническую документацию, проводит разъяснительную работу. В качестве организатора Минстрой оказывает адресную поддержку строительным организациям и другим участникам рынка, формирует профессиональный кадровый резерв, контролирует качественный переход отрасли в цифровую среду. Кроме того, министерство обеспечивает связку государство-предприятие-потребитель, выступая представителем власти на федеральном уровне.

Несмотря на весь комплекс негативных факторов, сложившихся в первой половине 2022 года (санкционное давление, уход западных вендоров, разрушение многих экономических связей и т. д.), на отечественных строительных предприятиях наблюдались и позитивные тенденции. Один из ключевых трендов – более интенсивный переход на отечественные программные продукты. Вполне естественно, что уход с рынка крупных западных вендоров, в первую очередь Autodesk, SAP вызвал потребность в импортозамещении платформ проектирования объектов и управления строительным процессом. По разным экспертным оценкам, на переход к использованию отечественного софта потребуется от 1 до 3 лет. К 2024 г. планируется улучшить функционал отечественного ПО для полной замены зарубежного [5].

Технологии информационного моделирования позволяют всем участникам строительства работать с одной моделью, в идеале в одной системе, а это значит, что ускоряются процессы сверки, проверки, обнаружения коллизий. Перспективы развития ТИМ – в распространении этого подхода на коммерческие объекты и внедрение информационного моделирования в регионах. При всех плюсах технологии она пока остается достаточно сложной для небольших и даже средних строительных предприятий. Также даже в крупных городах есть большой дефицит ТИМ-специалистов.

3D-печать предполагает послойное создание изделий с помощью машин. Как и традиционные принтеры, 3D-принтеры получают цифровой дизайн и воплощают его в физическом мире. Однако, в отличие от традиционных принтеров, 3D-принтеры не ограничиваются плоским документом, а могут использовать различные материалы для создания объектов или даже целых структур. Хотя 3D-печать все еще находится в зачаточном состоянии для крупномасштабных строительных проектов, с помощью этой технологии уже были напечатаны целые дома [1].

Дроны уже внесли впечатляющий вклад в строительство, и их влияние будет расти в следующем году. Небольшие летающие дроны, оснащенные камерами, могут снизить стоимость процессов, которые раньше были чрезвычайно дорогими:

- 1) Топографические карты: составление карт жизненно важно на этапе подготовки к строительству. Беспилотные летательные аппараты быстро снимают большие участки земли, снижая затраты на составление карт на 95 %.
- 2) Отслеживание оборудования: приобретенное или арендованное оборудование может быстро потеряться на огромной стройплощадке, но беспилотники могут автоматически отслеживать все оборудование на площадке.
- 3) Наблюдение за безопасностью: рабочие площадки уязвимы для кражи материалов и

оборудования, когда никто не работает, но беспилотники могут следить за площадкой, даже когда рядом нет людей.

В таблице представлены передовые цифровые IT-решения и инновации, осуществляемые в бизнес-процессах строительной отрасли.

Структура цифрового оборудования, применяемая на отечественных строительных предприятиях в 2023 г., представлена на рисунке.

Информационные технологии в строительстве – это уже реальность, и те участники рынка, которые уже начали процесс цифровизации и приобрели опыт по их внедрению, смогут получить конкурентное преимущество [7].

И несмотря на возникающие вызовы и проблемы, стоит ожидать существенного увеличения числа предприятий, которые будут применять IT-технологии в ближайшие 5 лет, используя BIM-модели, дроны и экзоскелеты, bigdata для обработки массивов данных.

Выводы

Таким образом, количество отечественных IT-решений выросло за последние два года, и в плане использования информационных технологий, процесс строительства в России уже не так зависим от иностранных компаний. Крупные девелоперы в основном завершили базовую цифровизацию, автоматизировали рутинные процессы, и в 2023 году постепенно перешли к интеграции решений и менеджменту, основанному на данных. Все это и определяет будущее информационных систем и технологий в строительстве.

Средние и небольшие строительные предприятия, как правило, заняты тем, чтобы внедрить те информационные технологии, которые приносят больше всего эффекта – это цифровизация продаж и электронная документация. Очевидно, что масштабная цифровизация и внедрение BIM-технологий в строительной отрасли будет прогрессировать – это запрос рынка, где эффективность и сокращение времени, затрат становится приоритетом.

Таблица. Цифровые IT-решения и инновации в бизнес-процессах строительной отрасли

Цифровые информационные технологии в строительстве	Сущность применения
1	2
ВМ-моделирование	<ul style="list-style-type: none"> – Выявляет конфликты и несостыковки в планирования; – Сокращает временные и финансовые затраты: благодаря технологии удается автоматизировать операции; – Эффективна на проектах, где требуются сложные инженерные решения; – Можно оперативно реагировать на возникающие сложности и вносить правки в проект, улучшая его качество; – Помогает избежать ошибок и потерь во время строительства и эксплуатации масштабных и нетиповых проектов; – Проще спланировать ремонт или замену оборудования, облегчает эксплуатацию; – Расчет сметы и ресурсов, контроль расходов и ресурсов; – Построение графика работ, легко узнать планируемый срок готовности любого элемента здания; – Возможность одновременного использования всеми участниками процесса; – Отчеты в реальном времени.
Облачные сервисы	<p>Работа с облаком обеспечивает доступ в режиме реального времени в любое время и в любом месте. Благодаря переносу технологий в облако инженеры, архитекторы и дизайнеры могут работать вместе на протяжении всего строительного проекта, сокращая потери времени и снижая затраты. Облачные решения дают несколько преимуществ для строительной отрасли. Они обеспечивают более высокую скорость обработки данных, дают большую гибкость и масштабируемость для развития бизнеса.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Неограниченный объем хранимой информации; – Масштабирование исходя из потребностей проекта; – Удобство использования: воспользоваться информацией может каждый участник проекта с любого девайса; – Одновременное использование данных всей командой; – Удобство коммуникации; – Возможность управлять несколькими стройплощадками без потери качества контроля; – Отпадает необходимость в хостинге собственного сервиса.
Системы автоматизированного проектирования	<ul style="list-style-type: none"> – Снижение трудозатрат на проектирование и планирование; – Улучшение качества проекта – Автоматическое оформление документации; – Использование технологий параллельного проектирования; – Упрощение стандартизации итогов проектирования; – Использование средств вариантного проектирования и оптимизации.

Окончание таблицы

Цифровые информационные технологии в строительстве	Сущность применения
1	2
ПО для управления строительством	<ul style="list-style-type: none"> – Коммуникация на единой платформе; – Быстрая постановка задач; – Оперативное принятие решений; – Ускорение работ; – Моментальный доступ ко всей документации по проекту; – Удобное автоматизированное создание отчетности; – Одновременное управление несколькими объектами без потери качества в менеджменте; – Фото, видео и аудио- фиксация дефектов; – Работа из любого уголка мира с мобильного устройства; – Надежная цифровая база всего проекта, данные доступны после завершения проекта.
Интегрированное ПО для строительства	<ul style="list-style-type: none"> – Автоматизация потока данных: получение точных данных в любой используемой системе, в отличие от перевода информации между двумя системами; – Максимальное повышение эффективности и упрощение процессов; – Сокращение временных затрат. Когда системы не интегрированы, подрядчики тратят время на обслуживание нескольких систем и на неэффективные административные задач, дублирование ввода данных; – Снижение риска ошибок. Ручной ввод данных отнимает много времени и не исключает человеческий фактор.
Дополненная и виртуальная реальность	<ul style="list-style-type: none"> – Проверка смоделированной конструкции; – Обнаружение ошибок; – Возможность виртуально обследовать все участки объекта, увидеть его под разными углами зрения; – Удобство координации (для обсуждения участники могут встречаться в виртуальной комнате); – Контроль за прогрессом.
Big Data Сбор и анализ больших данных	<p>Большинство крупных застройщиков работает одновременно над несколькими проектами, из-за чего приходится изучать терабайты информации. Без машинной обработки большая часть времени сотрудников будет уходить именно на сортировку и анализ данных, полученные сенсорами, программами, системами. Большие данные помогают с обработкой огромных массивов данных. Информация структурируется и анализируется, выявляются закономерности и факторы, играющие важную роль для решения задач. Программы осуществляют управление базой данных и созданием отчетов.</p>

Литература

1. Амелин, С. В. Организация производства строительной отрасли в условиях цифровой экономики / С. В. Амелин, И. В. Щетинина. – Текст : непосредственный // Организатор производства : Научный журнал. – 2018. – № 4. – С. 20–34.

References

1. Amelin, S. V.; Shchetinina, I. V. Organization of production in the construction industry in the digital economy. – Text : direct. – In: *Production organizer* : Scientific journal. – 2018. – № 4. – P. 20–34. (In Russian)



Рисунок – Структура цифрового оборудования, применяемая на отечественных строительных предприятиях в 2023 г.

- Бирман, Л. А. Стратегия управления инновационными процессами: учебное пособие / Л. А. Бирман, Т. Б. Кочурова. – Москва: Дело, 2019. – 144 с. – Текст: непосредственный.
- Гракова, М. А. Региональные аспекты цифрового обеспечения учета недвижимости / М. А. Гракова. – Текст: электронный // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2023. – Том 19, № 2. – С. 53–60. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2023-2/st_01_grakova.pdf (дата обращения: 20.09.2023).
- Жданкин, Н. А. Менеджмент. Управление в цифровой экономике: курс лекций / Н. А. Жданкин. – Москва: Издательский Дом МИСиС, 2020. – 252 с. – Текст: непосредственный.
- Макаренко, О. И. Нормативное обеспечение качества строительных материалов / О. И. Макаренко. – Текст: электронный // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2022. – Том 18, № 4. – С. 217–224. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2022-4/st_02_makarenko.pdf (дата обращения: 20.09.2023).
- Перерва, О. Л. Экономика, организация и управление инновационными процессами в строительстве: учебное пособие / О. Л. Перерва. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана, 2021. – 180 с. – Текст: непосредственный.
- Birman, L. A.; Kochurova, T. B. Strategy for managing innovation processes: a textbook. – Moscow: Delo, 2019. – 144 p. – Text: direct. (In Russian)
- Grakova, M. A. Regional aspects of digital support for real estate accounting. – Text: electronic. – In: *Economics of Civil Engineering and Municipal Economy*. – 2023. – Volume 19, № 2. – P. 53–60. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2023-2/st_01_grakova.pdf (date of access: 20.09.2023). (In Russian)
- Zhdankin, N. A. Management. Management in the digital economy: a course of lectures. – Moscow: MISiS Publishing House, 2020. – 252 p. – Text: direct. (In Russian)
- Makarenko, O. I. Regulatory assurance of the quality of construction materials. – Text: electronic. – In: *Economics of Civil Engineering and Municipal Economy*. – 2022. – Volume 18, № 4. – P. 217–224. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2022-4/st_02_makarenko.pdf (date of access: 20.09.2023). (In Russian)
- Pererva, O. L. Economics, organization and management of innovative processes in construction: textbook. – Moscow: Moscow State Technical University named after N. E. Bauman, 2021. – 180 p. – Text: direct. (In Russian)
- Sviridova, S. V.; Shkarupeta, E. V.; Archakova, S. Yu. Mechanism for managing the innovative

7. Свиридова, С. В. Механизм управления инновационной средой предприятия в условиях цифровой экономики / С. В. Свиридова, Е. В. Шкарупета, С. Ю. Арчакова. – Текст : непосредственный // Организатор производства : Научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 12–18.
8. Серков, Л. Н. Управление инновационным развитием предприятия : методическое пособие / Л. Н. Серков. – Симферополь : Университет экономики и управления, 2020. – 111 с. – Текст : непосредственный.
9. Управление инновационной деятельностью в организации : учебное пособие / А. Л. Лебедев, В. Д. Секерин, О. Р. Семикова, А. Е. Горохова. – Москва : Научный консультант, 2019. – 272 с. – Текст : непосредственный.
10. Филатова, М. В. Интеграционные процессы как средство формирования идентичности производственной системы. – Текст : непосредственный // Организатор производства : научный журнал. – 2022. – № 1. – С. 5–12.
11. Шелихова, Е. В. Актуальность государственной поддержки рынка жилой недвижимости / Е. В. Шелихова, Т. Д. Кострюкова. – Текст : электронный // Экономика строительства и городского хозяйства. – 2021. – Том 17, № 4. – С. 219–228. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2021-4/08_shelichova_kostryukova.pdf (дата обращения: 21.09.2023).
12. Calfore, P. The next American Metropolis. Ecology, Community and the American Dream / P. Calfore. – New York : Princeton Architectural Press, 2018. – 175 p. – Текст : непосредственный.
13. Hippodamus Rides to Radburn: A New Model for the 21st Century / F. Grammenos, B. Craig, D. Pollard and [et al.]. – Текст : непосредственный // Journal of Urban Design. – 2021. – Volume 13, № 2. – P. 163–176.
- environment of an enterprise in a digital economy. – Text : direct. – In: *Production organizer* : Scientific journal. – 2019. – № 1. – P. 12–18. (In Russian)
8. Serkov, L. N. Management of innovative development of an enterprise : a methodological manual. – Simferopol : University of Economics and Management, 2020. – 111 p. – Text : direct. (In Russian)
9. Lebedev, A. L.; Sekerin, V. D.; Semikova, O. R.; Gorokhova, A. E. Management of innovative activities in an organization : textbook. – Moscow : Scientific consultant, 2019. – 272 p. – Text : direct. (In Russian)
10. Filatova, M. V. Integration processes as a means of forming the identity of a production system. – Text : direct. – In: *Production organizer* : scientific journal. – 2022. – № 1. – P. 5–12. (In Russian)
11. Shelikhova, E. V.; Kostryukova, T. D. Relevance of state support for the residential real estate market. – Text : electronic. – In: *Economics of Civil Engineering and Municipal Economy*. – 2021. – Volume 17, № 4. – P. 219–228. – URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/esgh/2021-4/08_shelichova_kostryukova.pdf (date of access: 21.09.2023). (In Russian)
12. Calfore, P. The next American Metropolis. Ecology, Community and the American Dream. – New York : Princeton Architectural Press, 2018. – 175 p. – Text : direct.
13. Grammenos, F.; Craig, B.; Pollard, D. and [et al.]. Hippodamus Rides to Radburn : A New Model for the 21st Century. – Text : direct. – In: *Journal of Urban Design*. – 2021. – Volume 13, № 2. – P. 163–176.

Ращупкина Валентина Никитична – доктор экономических наук, профессор кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экономика, организация и управление промышленными предприятиями, цифровизация производственно-экономических систем.

Ткаченко Яна Дмитриевна – ассистент кафедры экономики, экспертизы и управления недвижимостью ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: реинжиниринг бизнес-процессов промышленных предприятий, управление инновациями в экономических системах на основе цифровизации.

Raschupkina Valentina – Sc. D. (Economics), Professor of the Department of Economics, Expertise and Real Estate Management, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: economics, organization and management of industrial enterprises, digitalization of production and economic systems.

Yana Tkachenko – assistant at the Department of Economics, Expertise and Real Estate Management, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: reengineering of business processes of industrial enterprises, management of innovations in economic systems based on digitalization.