

**Л.И. Троицкая, Ю.В. Колокольцева**

## **ЦИФРОВИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И УПРАВЛЕНИИ НЕДВИЖИМОСТЬЮ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМЫ**

В настоящее время строительная отрасль находится в периоде быстрого развития и цифровизации. Применение цифровых технологий и методов позволяет улучшить качество и эффективность строительных процессов, снизить затраты и риски, а также повысить безопасность работ. Однако внедрение цифровых технологий в строительство не является простой задачей и в настоящее время остается актуальной проблемой. Данная научная статья посвящена исследованию проблемы цифровизации строительной отрасли. Целью исследования является анализ существующих тенденций и методов цифровизации строительства, а также оценка эффективности их применения. В работе будет проведен обзор литературы, описана методика исследования и представлены результаты, полученные в ходе исследования.

*Ключевые слова:* цифровые технологии, BIM-технологии, цифровизация строительной отрасли, трехмерная модель.

**L.I. Troitskaya, Yu.V. Kolokoltseva**

## **DIGITALIZATION IN CONSTRUCTION AND REAL ESTATE MANAGEMENT: TRENDS AND PROBLEMS**

Currently, the construction industry is in a period of rapid development and digitalization. The use of digital technologies and methods makes it possible to improve the quality and efficiency of construction processes, reduce costs and risks, and improve the safety of work. However, the introduction of digital technologies in construction is not an easy task and currently remains an urgent problem. This scientific article is devoted to the study of the problem of digitalization of the construction industry. The purpose of the study is to analyze existing trends and methods of digitalization of construction, as well as to evaluate the effectiveness of their application. The paper will review the literature, describe the research methodology and present the results obtained during the study.

*Keywords:* digital technologies, BIM technologies, digitalization of the construction industry, three-dimensional model.

Цифровизация строительной отрасли является одной из наиболее важных тенденций в современном мире, поскольку она позволяет увеличить эффективность строительных процессов, при этом улучшить безопасность, снизить затраты и в целом повысить качество проектов.

Важнейшее преимущество цифровизации — это возможность автоматического управления всей системой (или отдельными компонентами), а также ее практически неограниченное масштабирование без потери эффективности, что обеспечивается посредством:

– управления жизненным циклом продукта;

- сквозной межпроцессной интеграции данных и продуктов;
- непрерывного управления информацией (включая автоматизированный сбор, хранение, обработку и анализ разно вариантных данных);
- замены натурального моделирования производственных объектов и процессов их цифровыми двойниками;
- предиктивного управления производственными и бизнес-процессами;
- автоматизации ручного труда с помощью роботов и электронного документооборота;
- гибкой корпоративной организации, основанной на оперативном интернет взаимодействии географически распределенных сотрудников и подразделений.

К основным недостатками можно отнести сокращение рабочих мест и большие затраты на внедрение инновационных технологий.

Цифровизация строительной отрасли является актуальным направлением развития. Ниже перечислены главные тенденции данного направления.

Внедрение BIM (Building Information Modeling) — технологии трехмерного моделирования, позволяющей создавать модели зданий и сооружений, которые могут быть использованы во всех этапах строительства, от проектирования до эксплуатации.

Развитие облачных технологий — это позволяет упрощать процессы управления проектами и обмен информацией между участниками проекта.

Рост использования дронов и беспилотных летательных аппаратов — это позволяет проводить инспекции и мониторинг строительных объектов, сокращая время и затраты.

Применение IoT (Internet of Things) — это технология сбора и обработки данных с помощью датчиков и других устройств, которая может быть использована для оптимизации управления зданиями и оборудованием.

Развитие AR (Augmented Reality) и VR (Virtual Reality) — это технологии, которые могут быть использованы для визуализации и представления проектов, а также для обучения и обслуживания зданий.

Автоматизация строительных процессов — это позволяет снижать затраты на трудовые ресурсы и повышать точность и эффективность работ.

Развитие blockchain-технологий — это позволяет обеспечить безопасность и надежность хранения данных и документации в процессе строительства.

Методика исследования по теме «Цифровизация строительной отрасли» может включать следующие шаги:

- определение цели и задач исследования: необходимо определить, какая информация будет собираться, как она будет использоваться и какие результаты должны быть достигнуты;
- обзор литературы: необходимо провести обзор существующих научных работ, публикаций и статей, связанных с цифровизацией строительной отрасли. Это поможет определить существующие технологии и методы, проблемы и тенденции развития;
- проведение интервью: необходимо провести интервью с представителями компаний, занимающихся цифровизацией строительства, а также с экспертами в

этой области. Это поможет понять, какие технологии и методы используются в настоящее время, какие проблемы существуют и как они решаются;

- сбор данных: необходимо собрать данные о том, какие технологии и методы используются на конкретных проектах, какие результаты достигаются и какие проблемы возникают;

- анализ данных: на основе данных, собранных в ходе исследования, необходимо провести анализ и выявить основные тенденции и проблемы цифровизации строительной отрасли;

- подготовка отчета: на основе проведенного исследования необходимо подготовить отчет, который будет содержать описание целей и задач исследования, обзор литературы, результаты интервью, данные, полученные в ходе исследования, и их анализ, а также выводы и рекомендации.

Таким образом, методика исследования должна быть систематической, с использованием различных методов и техник, чтобы обеспечить надежность и достоверность полученных результатов.

Для исследования по теме «Цифровизация строительной отрасли» выборка может включать различные компании и проекты в строительной отрасли, которые применяют технологии и методы цифровизации.

Выборка может быть сделана на основе критериев, таких как размер компании, тип проекта, использование конкретных технологий и методов цифровизации.

Также для исследования может быть проведен анализ открытых источников, таких как публикации, отчеты и новостные статьи, связанные с цифровизацией строительной отрасли.

Важно, чтобы выборка была достаточно представительной и позволяла получить данные о различных аспектах цифровизации в строительстве, таких как эффективность использования технологий и методов, проблемы, связанные с их внедрением, а также тенденции и перспективы развития цифровизации в строительной отрасли.

Выборка может включать как местные, так и международные компании и проекты, чтобы понять различия в применении технологий и методов цифровизации в разных регионах:

- результаты исследования;
- анализ полученных данных и их интерпретация;
- презентация полученных результатов в виде графиков, таблиц и диаграмм;
- сводка основных результатов и выводов исследования;
- указание на дальнейшие возможности исследования данной проблемы.

Анализ наиболее активно включаемых принципов и алгоритмов цифровизации в отдельные процессы инвестиционно-строительной деятельности (использование BIM-технологий в проектировании зданий [1–3], технология 3D-печати в строительстве [4], робототехника в строительстве [3; 5], применение нейросетевых технологий в проектировании инженерных систем зданий [6]) показал, что их интегрированное использование дает кумулятивный эффект.

Одной из наиболее перспективных технологий, используемых в цифровизации строительной отрасли, является строительное информационное моделирование (BIM).

С помощью BIM-технологий возможно создание трехмерных моделей объектов строительства, которые содержат всю необходимую информацию о проекте, начиная от геометрических данных до информации об использованных материалах и оборудовании [1]. Также возможна координация работы различных участников проекта, автоматизация процессов проектирования и управления строительством [5; 6]. В работах авторов отмечается, что цифровизация строительной отрасли приводит к сокращению времени на строительство, уменьшению затрат на материалы и оборудование, улучшению качества работ и снижению рисков [4–8]. Однако в процессе цифровизации строительной отрасли возникают и проблемы, такие как нехватка квалифицированных кадров, необходимость дополнительных инвестиций, сложность внедрения новых технологий в уже действующие процессы и др. [5–8].

Определены основные проблемы цифровизации в строительной отрасли:

1. Недостаточное понимание и знание цифровых технологий и методов среди специалистов строительной отрасли.

2. Ограниченность финансирования и нехватка инвестиций в цифровые технологии.

3. Отсутствие единой платформы и стандарта для обмена данными и информацией между участниками строительного процесса.

4. Сложности внедрения цифровых технологий в уже существующие строительные процессы и системы управления проектами.

5. Ограниченность доступности и качества цифровой инфраструктуры в регионах с низким уровнем развития технологий и связи.

6. Недостаточная защита цифровой информации и данные от кибератак и нарушений безопасности.

Таким образом, цифровизация строительной отрасли представляет большой потенциал для повышения качества возводимых объектов, однако требует существенных усилий и инвестиций для ее успешной реализации. Учитывая уже случившийся переход к цифровым технологиям, как главным компонентам нового технологического уклада, внедрение их в хозяйственную деятельность действующих компаний строительной отрасли необходимо начинать с привлечения новых работников современных специализаций и переобучения персонала, а также постепенного введения эффективных технологий и инноваций в производственные процессы организации.

### **Список использованных источников**

1. Бурова О.А. Применение BIM-технологий в строительстве: отечественный и мировой опыт / О.А. Бурова, А.С. Божик, А.В. Шевцов // Вестник Московского финансово-юридического университета. — 2020. — № 2. — С. 84–90.

2. Смышляева Е.Г. Актуальность использования BIM-технологий в строительной отрасли / Е.Г. Смышляева // Бюллетень науки и практики. — 2022. — Т. 8, № 3. — С. 279–282.

3. Лаборов В.А. Робототехника и BIM-технологии в строительстве / В.А. Лаборов, О.С. Гамаюнова // Инженерные исследования. — 2021. — № 5(5). — С. 15–22.

4. Лунева Д.А. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития / Д.А. Лунева, Е.О. Кожевникова, С.В. Калошина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. — 2017. — Т. 8, № 1. — С. 90–101.

5. Петухов М.В. Изменение ролей и традиционного уклада: развитие робототехники как фактор необходимости изменения подходов к формированию конкурентных преимуществ в строительстве / М.В. Петухов // Экономика и предпринимательство. — 2021. — № 9 (134). — С. 931–936.

6. Акри Е.П. Информационные системы моделирования и их применение на этапе эксплуатации зданий и сооружений / Е.П. Акри, С.Е. Буранова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии : сб. ст. 79-й Всерос. науч.-техн. конф. — Самара : Изд-во Самар. гос. техн. ун-та, 2022. — С. 1156–1161.

7. Возможности использование AR и VR в процессе жизненного цикла здания в России / М.С. Шабалин, Е.С. Назаров, А.М. Якубович, К.Ю. Лосев // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. — Москва : Изд-во Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-та, 2019. — С. 563–566.

8. Шестакова Е.Б. Цифровые технологии в строительстве : учеб. пособие / Е.Б. Шестакова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 208 с.

### **Информация об авторах**

*Троицкая Людмила Ивановна* — кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики строительства и управления недвижимостью, Байкальский государственный университет, ул. Ленина, 11, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: in.ce@mail.ru.

*Колокольцева Юлия Васильевна* — магистрант, кафедра экономики строительства и управления недвижимостью, Байкальский государственный университет, ул. Ленина, 11, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: domu30@mail.ru.

### **Authors**

*Troitskaya Ludmila Ivanovna* — Ph.D. in Economics, Associate Professor, Department of Construction Economics and Real Estate Management, Baikal State University, 11 Lenin St., Irkutsk, Russia, e-mail: in.ce@mail.ru.

*Kolokoltseva Yulia Vasilyevna* — Master's Student, Department of Construction Economics and Real Estate Management, Baikal State University, 11 Lenin St., Irkutsk, Russia, e-mail: domu30@mail.ru.