

УДК 330:69.003

ПРОБЛЕМЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭКОНОМИКЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

© Автор(ы) 2023

САЙМАНОВА Ольга Гавриловна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры
технологии и организации строительного производства
Самарский государственный технический университет
443086, Россия, Самара, olga.sayma@mail.ru

SPIN: 6625-8887

AuthorID: 427710

Researcher ID: O-2237-2016

ORCID: 0000-0001-6520-2197

САЙМАНОВ Вадим Юрьевич, студент

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики
443086, Россия, Самара, vadimsaimanov@yandex.ru

SPIN: 4126-8796

AuthorID: 1173133

ORCID: 0000-0002-6912-4496

АЛПАТОВ Дмитрий Юрьевич, аспирант

Самарский государственный экономический университет
446100, Россия, Чапаевск, dim.alpatoff@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-7310-6349

ЧИРКУНОВА Екатерина Константиновна, кандидат экономических наук, доцент,
доцент кафедры региональной экономики и управления
Самарский государственный экономический университет
443110, Россия, Самара, ekchirkunova@gmail.com

SPIN: 3273-5499

ORCID: 0000-0002-6709-4967

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы и проблемы внедрения цифровых технологий в строительстве. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью исполнения национальной программы и ускорением процесса внедрения современных информационных технологий в практике строительных организаций. Рассмотрены приоритетные цифровые технологии по этапам жизненного цикла объектов капитального строительства. Представлены российские программные продукты, используемые при проектировании зданий и сооружений. Рассмотрена проблема автоматизации проектной документации.

Ключевые слова: цифровые технологии, системы информационного проектирования, строительство, BIM-технологии, информационная модель здания.

PROBLEMS AND EFFICIENCY OF THE IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE ECONOMY OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

©Author(s) 2023

SAYMANOVA Olga Gavrilovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Technology and Organization of Construction Production
Samara State Technical University
443086, Russia, Samara, olga.sayma@mail.ru

SAIMANOV Vadim Yurievich, student

Volga State University of Telecommunications and Informatics
443086, Russia, Samara, vadimsaimanov@yandex.ru

ALPATOV Dmitry Yurievich, post-graduate student
Samara State Economic University
446100, Russia, Chapaevsk, dim.alpatoff@yandex.ru

CHIRKUNOVA Ekaterina Konstantinovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Regional Economics and Management
Samara State Economic University
443110, Russia, Samara, ekchirkunova@gmail.com

Abstract. The article discusses the prospects and problems of introducing digital technologies in construction. The relevance of this topic is due to the need to implement the national program and accelerate the process of introducing modern information technologies in the practice of construction organizations. Priority digital technologies are considered according to the stages of the life cycle of capital construction projects. Russian software products used in the design of buildings and structures are presented. The problem of automation of project documentation is considered.

Keywords: digital technologies, information design systems, construction, BIM technologies, building information model.

ВВЕДЕНИЕ

Достижение экономикой страны цифровой зрелости являлось одной из ключевых целей, принятой в 2018 году национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Важность решения этой задачи в строительной отрасли подчеркивается разработкой отдельного этапа национального проекта «Цифровое строительство». Причинами необходимости внедрения цифровых технологий в практику строительных и проектных организаций явились наличие избыточного количества требований и процедур при оформлении исполнительной, рабочей и технологической документа-

ции, отсутствии эффективного взаимодействия между всеми участниками инвестиционно-строительного цикла и длительности процесса возмещения средств после сдачи в эксплуатацию законченных строительством объектов. Следует отметить, что за прошедшие несколько лет с начала ее реализации цель программы так и не была достигнута и, более того, выявилась тенденция к ее замедлению. Было установлено, что доля IT-инвестиций в строительной отрасли, достигает всего 0,5 % в отличие от других отраслей, где этот показатель доходит до 9 %. Проблемами низкого уровня внедрения цифровых технологий явились не только нехватка специалистов, об-

ладающих нужными компетенциями для эффективного использования, но и недостаточная осведомленность о преимуществах и возможностях цифровых технологий.

МЕТОДОЛОГИЯ

Цель данного исследования – разработка решений по повышению эффективности цифровизации строительной отрасли.

Методологической основой исследования является системный подход, позволяющий решить проблему комплексно, и представляющий процесс внедрения цифровых технологий как систему, состоящую из элементов, отражающих содержание ее отдельных элементов. В работе применялись следующие методы исследования: метод индукции и дедукции, табличный, абстрактно-логический и другие.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Актуальность вопросов повышения эффективности цифровизации строительной отрасли подтверждается большим количеством исследователей (А. И. Вишневская, Т. Х. Аблязов, В. И. Травуш, А. М. Белостойкий, П. А. Акимов, С. С. Корабельникова, М. А. Чегодаева и др.). Тем не менее, вопросы, связанные с особенностями внедрения и использования цифровых технологий в практику строительных организаций, еще недостаточно освещены, что доказывает необходимость дальнейшего изучения данной проблемы [8–16].

Основные направления развития и план мероприятий цифровой трансформации строительной отрасли были указаны в распоряжении Правительства РФ 3883р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации строительной отрасли, городского и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации до 2030 года», изданном в 2021 году. Предполагалось, что задача цифровизации строительства будет решаться комплексно за счет реализации трех главных направлений, таких как: повышение цифровой зрелости строительной отрасли, цифровая трансформация всех процессов и предоставляемых услуг, внедрение сквозных цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла создаваемой строительной продукции [1–7]. Основные приоритетные цифровые технологии, рекомендуемые для использования в строительной отрасли на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные приоритетные цифровые технологии, рекомендуемые для использования в строительной отрасли

№ п/п	Вид цифровой технологии	Область применения и возможности использования в строительной отрасли
1	Технологии обработки больших данных “Big Data”	Автоматизированный сбор данных при принятии решений, выяснение общественного мнения о строительстве или реконструкции какого-либо объекта. Градостроительное планирование, зонирование городских территорий, планирование транспортных потоков, решение вопросов безопасности.
2	Технология информационного моделирования	Построение и анализ информационных моделей зданий и сооружений.
3	Технология виртуальной, дополненной и смешанной реальности	Обучение операторов работе с оборудованием, рабочих – поведению на рабочем месте, стройплощадке, контроль и обучение правилам техники безопасности. Контроль и визуализация этапов строительства.
4	Технология пространственного анализа и моделирования	Построение и анализ моделей местности. Создание разбивочного плана. Подготовка плана организации рельефа и земляных масс.
5	Технология телеметрии	Сбор данных и контроль параметров о состоянии объекта с помощью видео- и фотофиксации. Тепловизионное обследование. Диагностика и поиск течи в трубопроводах. Поиск кабелей.

6	Технологии в области искусственного интеллекта	Контроль роботами-собаками состояния строительной площадки и объектов. Создание нейронной сети, обработка данных проекта и сопоставление их с данными из BIM и ведомостей материалов. Создание цифровых двойников сайтов с вакансиями. Генеративное проектирование и дизайн.
7	Технологии интернета вещей	Управление парками оборудования, строительных машин и транспортных средств. Определение местоположения техники, инструментов, расхода ГСМ, аккумулятора, необходимости профилактического обслуживания.
8	Технологии радиоэлектроники и микроэлектроники	Использование беспилотников для контроля качества строительства линейных сооружений. Гибридная металлизация для повышения коррозионной стойкости металлических конструкций. Робототехника, манипуляторы.
9	Технологии проводной и беспроводной передачи данных	Разработка системы автоматизации «Умный дом» (автоматизация квартир и домов). Контроль местоположения рабочих на стройке с помощью Bluetooth-маячков.

* составлено авторами

Единый реестр отечественного программного обеспечения включает более четырехсот российских программных продуктов, разработанных и готовых к внедрению в практику проектирования и управления строительным производством, при этом обладающих большим диапазоном возможностей (таблица 2).

Таблица 2 – Обзор российских программных продуктов, используемых в строительной отрасли*

Программы	Функционал	Преимущества
Revit	Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация зданий с помощью инструментов для информационного моделирования объектов строительства (BIM).	Позволяет создавать 3-D модели зданий и сооружений в удобном интерфейсе. Есть возможность организации совместной работы над проектом.
Renga Architecture (BIM-система)	Создание комплексной BIM-модели (архитектура, конструкции, внутренние сети). Возможность передавать модель в расчетные комплексы и решения фирмы «1С» для подсчета смет, планирования инвестиций и управления зданием.	Позволяет осуществлять разработку и расчет несущих конструкций, внутренних инженерных сетей зданий. Быстрое создание 3-D моделей зданий и сооружений. Расчет строительных конструкций.
Tekla	Строительно-ориентированное проектирование в 3D, BIM, расчет конструкций.	Позволяет осуществлять информационное моделирование зданий и сооружений из различных материалов, включая сталь, железобетон, дерево. Возможность автоматической генерации чертежей. Крайне низкие требования к компьютерам. Возможность обмена данными с другими программами. Многопользовательский режим.
MagiCAD	Проектирование внутренних инженерных систем зданий.	Позволяет осуществлять формирование информационной модели здания. Проектирование и расчет систем инженерного обеспечения (водоснабжения и водоотведения, вентиляции и др.).

Лири-САПР	Проектирование и расчет строительных и машиностроительных конструкций различного назначения.	Позволяет моделировать процесс возведения здания, производить расчет объектов с учетом конструктивной, физической и геометрической нелинейности.
T-FLEX CAD	Проектирование, создание и оформление чертежей и конструкторской документации.	Функциональность, скорость решения проектных задач, высокое качество технического сопровождения, многократное использование модели и чертежа с изменением параметров.
Model Studio CS	Комплексная система информационного моделирования и 3D проектирования объектов промышленного и гражданского назначения.	Автоматизация проектной деятельности. Позволяет осуществлять проектирование и генеральных планов территории, схем прокладки тепло- и газопроводов, внутренних систем водоснабжения и водоотведения, электротехнических схем, принимать строительные и технологические решения, решения по молниезащите и др.
IndorCAD/ Site	Проектирование генеральных планов. Горизонтальная и вертикальная планировка местности.	Создание цифровой модели местности, включающей триангуляционную модель рельефа и ситуации. Может быть построена непосредственно в IndorCAD/Site или импортирована из других программных продуктов через обменные файлы. Позволяет проводить анализ водостока.
ADVANTA	Система управления проектами.	Позволяет отслеживать эффективность реализации проекта, формировать отчетность без ручного сбора информации, контролировать производительность каждого из участников проекта.

* составлено авторами

В 2020 году постановлением Правительства Российской Федерации № 1431 от 15 сентября была утверждена необходимость формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, а также состава документов, включаемых в информационную модель объекта, и предоставляемых в электронном виде [6; 7].

Одной из наиболее перспективных программ, используемых для реализации этой задачи, является Renga Architecture (рисунок 1, 2).

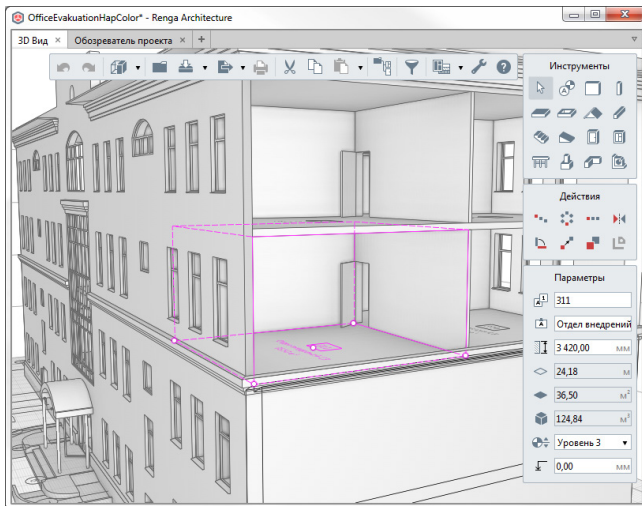


Рисунок 1 – Интерфейс программы Renga Architecture
ГРНТИ: 060000; БАК: 080005

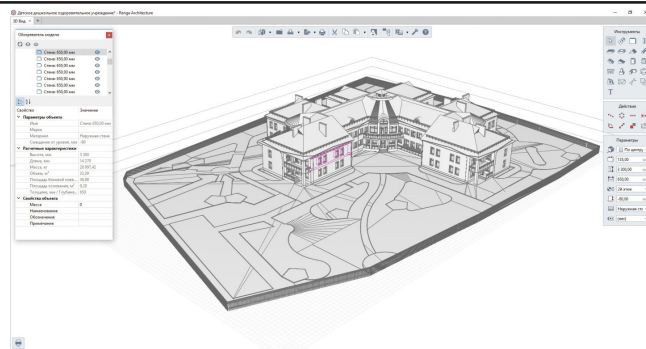


Рисунок 2 – 3-D модель здания, созданная в программе Renga Architecture

Renga Architecture – это российский программный продукт, программа полностью соответствует национальным стандартам проектирования. Renga предоставляет возможность создания информационной модели здания, служащей основой для расчетов несущей способности, других прочностных характеристик строительных конструкций, позволяет производить уточнение параметров здания, согласовывать и собирать воедино элементы зданий, рассчитанные другими проектировщиками, формировать целостное представление о строительном объекте в режиме реального времени [17].

Минимальные системные требования Renga – 64-разрядный процессор с тактовой частотой 2 ГГц или выше и оперативной памятью 4 Гб и выше.

Поскольку одной из проблем, препятствующей более широкому использованию программы, являются дефицит и недостаточный квалификационный уровень персонала для работы с информационными моделями, Renga предоставляет бесплатный демонстрационный курс и проводит обучение базовому уровню. Затраты на внедрение программного комплекса Renga приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Затраты на внедрение программного комплекса Renga*

№ п/п	Наименование затрат	Сумма, руб.
1	Пробная коммерческая лицензия	Бесплатно
2	Полная лицензия на 1 месяц	Бесплатно
3	Постоянная лицензия	125 000
4	Renga Architecture (базовый уровень) – 20 часов	Бесплатно
5	Renga Architecture (демонстрационный курс) – 15 уроков	Бесплатно
6	«Проектирование зданий и сооружений в Renga Structure» на базе университета ИТМО (основной курс)	15 000 за чел. 75 000 за 5 чел.
7	«Технологии информационного моделирования в строительстве. Практикум Renga» Российский фонд образовательных программ «Экономика и управление» (основной курс)	26 200 за чел. 117 900 за 5 чел.
8	Лицензионный платеж за пакет обновлений	35 000 за 1 рабочее место 525 за 5 рабочих мест

* составлено авторами

Затраты на внедрение программного комплекса являются примерными, поскольку зависят от количества сотрудников. Компанией РЦ «АСКОН-Волга» также предоставляются скидки при условии приобретения полного комплекта программы и пакета обновлений.

ВЫВОДЫ

Эффективность применения цифровых технологий в инвестиционно-строительных проектах российских строительных организаций трудно переоценить. Их

внедрение на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства способствует снижению себестоимости, повышению рентабельности и сокращению срока окупаемости проекта, повышению качества изыскательских, проектных и строительно-монтажных работ [18–22].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Национальные проекты РФ. Официальный сайт [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://национальныепроекты.рф/projects/zhile-i-gorodskaya-sreda>.
2. ГОСТ Р 57563-2017 «Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200146763>.
3. ГОСТ Р 57311-2016 «Моделирование информационное в строительстве. Требования к эксплуатационной документации объектов завершённого строительства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200142711>.
4. СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556793897>.
5. СП 481.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/565278460>.
6. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и предоставляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/74644278/>.
7. Приказ Минстроя РФ №926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/2663/>.
8. Вишинецкая А.И., Аблязов Т.Х. Цифровая стратегия как основа цифровой трансформации строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 3А. С. 11–20.
9. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Часть 1. введение. математическое и компьютерное моделирование состояния строительных объектов / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 9-24.
10. Травуш В.И., Белостойкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Часть 2. экспериментальные и натурные исследования, производство материалов, изделий и конструкций, материаловедение, экономика строительства, информационное моделирование / Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и транспорта. 2018. С. 25-38.
11. Травуш В.И. Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 3. С. 107–117.
12. Корабельникова С.С., Корабельникова С.К. Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве / Дискуссия. 2019. № 2(93). С. 18-27.
13. Гориков А.М., Железнов С.А., Лемешко Р.А., Пойда С.В. Внедрение BIM технологий в строительство / AlfaBuild. 2019. № 4(11). С. 70-81.
14. Лемешко Р.А., Птухина И.С. Процедура создания сводной модели проекта в рамках автоматизации процесса проектирования в среде BIM / В сборнике: Неделя науки ИСИ. Сборник материалов Всероссийской конференции. 2022. С. 399-401.
15. Горохова, Т.В. Обоснование необходимости использования BIM-технологий с целью повышения эффективности строительных процессов / Т.В. Горохова // Санкт-Петербургский государственный экономический университет. – 2020. – С. 1-12.
16. Карпунин В.Г. Компьютерное моделирование строительных конструкций в программном комплексе ЛИРА-САПР / Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет. 2019.
17. Чегодаева М.А. Функциональность информационной модели на этапах проектирования, строительства и эксплуатации здания / М.А. Чегодаева // Молодой ученый. 2016. № 25 (129). С. 102-105.
18. Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П., Куприяновский П.В., Синягов С.А. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies vol. 4, no. 1, 2016, С. 4-11.
19. Kramářová Z. I Mental maps as a tool for identifying public space locations suitable for revitalization / Новые информационные техноло-

гии в архитектуре и строительстве. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет. 2019. – С. 5.

20. Petrov I., Hakimov A. Digital technologies in construction monitoring and construction control / IOP Conference Series Materials Science and Engineering 497(1):01201. 2019.

21. Kagan P.B. Improving the effectiveness of organizational and technological design in construction due to its modernization using modern digital technologies. Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling, [online] 1(7). Available at: <https://resources.today/PDF/09INOR120.pdf> (in Russian) DOI: 10.15862/09INOR120. 2020.

22. Оценка применения BIM-технологий в строительстве. Результаты исследования эффективности применения BIM-технологий в инвестиционно-строительных проектах российских компаний [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nopriz.ru/upload/iblock/2cc/4.7_bim_rf_otchet.pdf.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
The authors declare no conflicts of interests

Received date: 26.02.2023

Revised date: 10.03.2023

Accepted date: 14.05.2023