

Научная статья

Original article

УДК 338.012: 69.003.13

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_10_482

**ИНФРАСТРУКТУРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ
INFRASTRUCTURE SUPPORT FOR DIGITAL TRANSFORMATION OF
THE CONSTRUCTION INDUSTRY**



Статья подготовлена в рамках гранта на выполнение научно-исследовательских работ научно-педагогическими работниками СПбГАСУ в 2023 году

Аблязов Тимур Хасанович, к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики строительства и ЖКХ, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, E-mail: 3234969@mail.ru

Ablyazov Timur Khasanovich, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Economics and Housing and Communal Services, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, E-mail: 3234969@mail.ru

Аннотация. В статье произведен анализ существующего инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительной сферы для определения барьеров, препятствующих более эффективной цифровизации строительства. Интегрирующим элементом всех цифровых систем в строительстве является разработка единой цифровой платформы в строительстве, создаваемой в рамках реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Внедрение цифровых технологий в строительную сферу России основывается на прямом государственном стимулировании на

основе введения обязательности применения при выполнении проектов государственного заказа. Также в целях интенсификации цифровой трансформации строительной сферы России существуют различные программы, связанные с субсидированием и софинансированием внедрения цифровых технологий, а именно льготного кредитования и грантовой поддержки. Кроме того, с финансовой точки зрения цифровая трансформация строительства в России стимулируется предоставлением налоговых льгот. На основе произведенного анализа сделан вывод о том, что в настоящее время инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации строительства в России децентрализовано и не имеет общей структуры и для ускорения темпов проведения цифровой трансформации строительной сферы необходимо развивать меры инфраструктурной поддержки цифровой трансформации в рамках создания единой структуры в формате федеральной программы, объединяющей в себе все элементы финансовой, нормативно-правовой и технической поддержки процесса цифровой трансформации деятельности субъектов строительной сферы страны.

Abstract. The article analyzes the existing infrastructure support for the digital transformation of the construction industry to identify barriers that prevent more effective digitalization of construction. The integrating element of all digital systems in construction is the development of a unified digital platform in construction, created as part of the implementation of the national program “Digital Economy of the Russian Federation”. The introduction of digital technologies in the construction sector of Russia is based on direct government incentives based on the introduction of mandatory use when implementing state order projects. Also, in order to intensify the digital transformation of the Russian construction sector, there are various programs related to subsidizing and co-financing the implementation of digital technologies, namely preferential lending and grant support. In addition, from a financial point of view, the digital transformation of construction in Russia is stimulated by the provision of tax

incentives. Based on the analysis, it was concluded that currently the infrastructure support for the digital transformation of construction in Russia is decentralized and does not have a common structure, and in order to accelerate the pace of the digital transformation of the construction sector, it is necessary to develop measures of infrastructure support for digital transformation within the framework of creating a unified structure in the federal format a program that combines all elements of financial, regulatory and technical support for the process of digital transformation of the activities of subjects in the country's construction sector.

Ключевые слова: цифровая трансформация, строительная сфера, инфраструктурное обеспечения, финансирование цифровой трансформации, государственная поддержка, цифровая платформа

Keywords: digital transformation, construction sector, infrastructure support, financing of digital transformation, government support, digital platform

Введение

В настоящее время задача по цифровой трансформации всех сфер экономической деятельности приобретает ключевое значение для развития как страны в целом, так и отдельных регионов. Строительная сфера представляет собой одну из основных сфер деятельности, обеспечивающих субъектов экономики основными фондами и рабочими местами. По оценкам экспертов, объем произведенной в строительной сфере продукции в 2022 г. составил 12,9 трлн руб., что составило 8,4% от ВВП России¹.

Цифровая трансформация признается как основной фактор обеспечения устойчивости развития организаций строительной сферы², однако активное внедрение цифровых технологий проводится только наиболее инновационными организациями, что связано в том числе с высокой стоимостью покупки, разработки и использования современных

¹Факторы устойчивости: итоги работы строительной отрасли России за 2022 год [Электронный ресурс] // Рамблер. 2023. 21 апреля. URL:

https://finance.rambler.ru/economics/50607241/?utm_content=finance_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink (дата обращения: 05.08.2023).

² How Are Engineering and Construction Companies Adapting Digital to Their Businesses [Электронный ресурс] // EY. URL: https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/en_gl/topics/real-estate-hospitality-and-construction/ey-digital-survey.pdf (дата обращения: 05.08.2023).

технологий³. Тем не менее некоторые цифровые технологии, такие как BIM и, как следствие, построение цифрового двойника зданий и сооружений, постепенно становятся обязательными для использования при реализации инвестиционно-строительных проектов [11, 17], что ведет к цифровой трансформации всей строительной сферы вне зависимости от финансовых и организационных возможностей субъектов строительства.

Зачастую вопросы цифровой трансформации строительства рассматриваются научным сообществом с точки зрения совершенствования градостроительной деятельности [27, 31], что связано с использованием цифровых платформ для внедрения технологий умного города в целях развития среды жизни человека, повышения качества и уровня жизни населения за счет цифровизации городской инфраструктуры [2, 19].

С другой стороны, научное сообщество также уделяет значительное внимание цифровой трансформации внутренних процессов строительных организаций, а именно внедрению BIM [7, 9], использованию больших данных при реализации проектов [5], развитию стратегического планирования цифровой трансформации деятельности организации [21, 24].

Отметим, что цифровая трансформация представляет собой не только процесс оцифровки данных, используемых в процессе деятельности, а комплексное изменение бизнес-модели, связанное с цифровизацией взаимодействия всех субъектов деятельности, а также с внедрением цифровых технологий в максимально возможное количество внутренних процессов [10, 13].

Более того, цифровая трансформация строительной сферы представляет собой одновременное воздействие двух разнонаправленных трансформационных процессов: первый обеспечивается за счет нормативно-правового регулирования (международного, национального, регионального и

³ Future-Ready Index: Leaders and Followers in the Engineering & Construction Industry [Электронный ресурс] // KPMG. URL: <https://home.kpmg/ie/en/home/insights/2019/05/global-construction-survey-future-ready-2019.html> (дата обращения: 03.08.2023).

отраслевого), второй связан с влиянием рыночных сил (изменение конкурентной среды, предпочтений потребителей и пр.) и непрерывным развитием цифровых технологий [25].

Считаем, что для проведения эффективной цифровой трансформации строительной сферы важное значение приобретает инфраструктурное обеспечение данного процесса, что включает в себя создание цифровых платформ, необходимых для инвестиционно-строительной деятельности с использованием цифровых технологий, а также реализацию программ финансового субсидирования цифровой трансформации субъектов строительной сферы.

Материалы и методы

Инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации деятельности строительных организаций неразрывно связано с технологиями, применяемыми в рамках инвестиционно-строительной деятельности. По оценкам экспертов НИУ «Высшая школа экономики», наиболее часто используемой в строительстве цифровой технологией являются облачные сервисы и, как следствие, цифровые платформы взаимодействия различных субъектов реализации инвестиционно-строительных проектов (рис. 1).

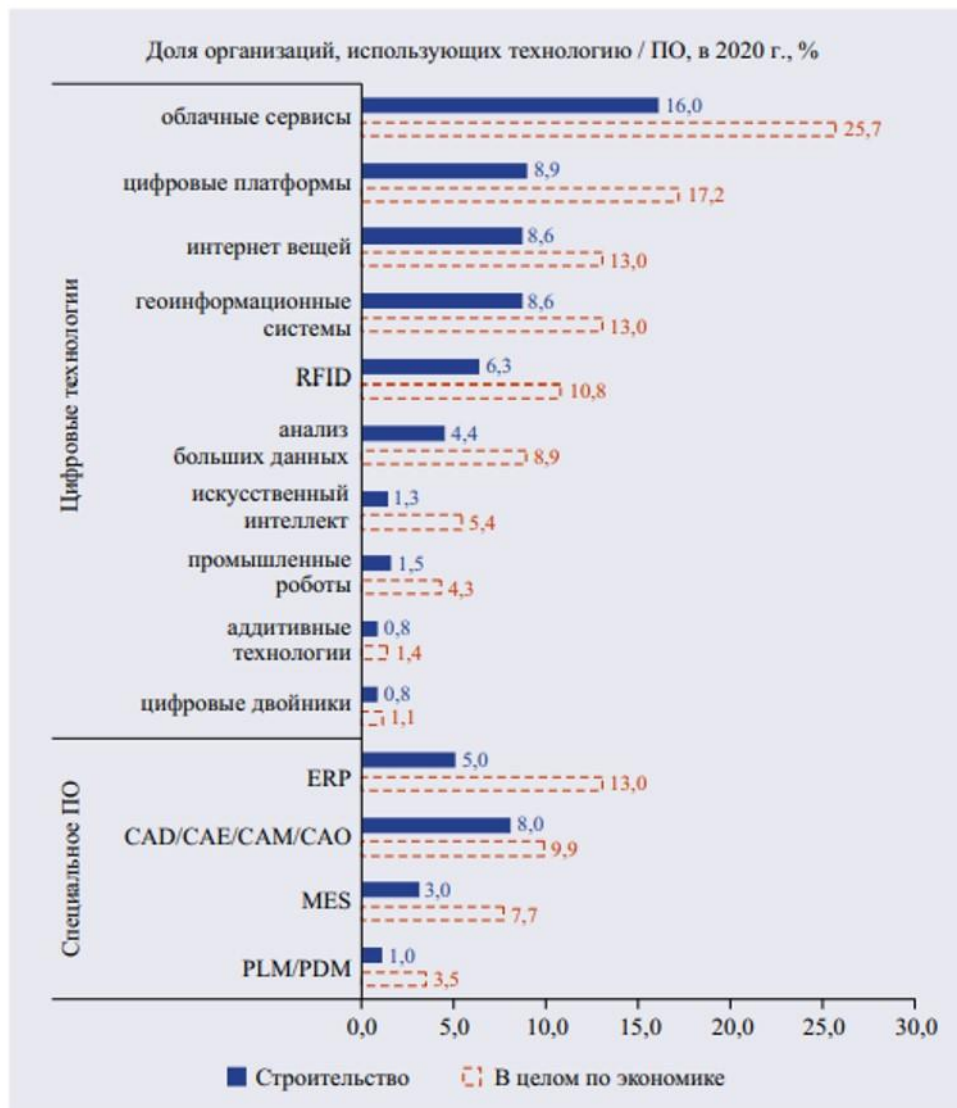


Рис. 1. Использование цифровых технологий организациями строительной сферы России [18]

В настоящее время в России функционируют следующие цифровые платформы, обеспечивающие единство информационной среды в строительной сфере [20, 23]:

- Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации (ГИСОГД);
- Единая информационная система жилищного строительства (ЕИСЖС);
- Единый портал государственных услуг (ЕПГУ);

- Государственная информационная система о государственных и муниципальных платежах (ГИС ГМП);
- Федеральный фонд пространственных данных (ФФПД);
- Региональный фонд пространственных данных (РФПД);
- Федеральный фонд данных дистанционного зондирования Земли из космоса (ФФДДЗЗ из космоса);
- Государственная информационная система ведения Единой электронной картографической основы (ГИС ЕЭКО);
- Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП);
- Федеральная государственная информационная система ведения Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН);
- Федеральная информационная адресная система (ФИАС);
- Единый государственный реестр заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства (ЕГРЗ).

Вышеперечисленные цифровые платформы применяются для максимально возможного перевода процессов по проектированию, строительству и эксплуатации объектов в электронный формат, что неразрывно связано с внедрением технологий информационного моделирования зданий и сооружений (BIM-технологий). Среди преимуществ использования в строительстве BIM-технологий выделяют [30]:

1. Повышение точности представления объекта строительства.
2. Увеличение уровня достоверности определения технико-экономических показателей и расчета экономической эффективности реализации проекта.
3. Упрощение взаимодействия всех участников проекта (в том числе в рамках согласования проекта с контрольно-надзорными органами), ускорение поиска несоответствий между различными системами здания и сооружения.

4. Повышение общей культуры проектирования в строительстве, развитие практики применения типовых номенклатур материалов и конструкций.

Научным сообществом в целях развития инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительной сферы, помимо внедрения BIM, предлагается [32].

1. Создание программы субсидирования государством найма в строительные организации сотрудников, обладающих квалификацией для работы с современными цифровыми технологиями.

2. Введение в рамках оценки деловой репутации предпринимательских структур⁴ таких факторов как «Период инновационной деятельности» (рассчитываемого как отношение количества лет, в течение которых организация осуществляет инновационную деятельность к общему количеству лет, в течение которых организация осуществляет профессиональную деятельность) и «Сертифицированная система инновационного менеджмента» (присвоение значения 100 при наличии).

3. Расширение перечня цифровых технологий, обязательных для применения при реализации проекта в рамках государственного заказа.

4. Создание программы субсидирования ипотечного кредитования при покупке жилья, построенного по технологии «Умный дом».

В целях цифровой трансформации экономики России с 2018 г. в России реализуется национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», призванная в том числе интегрировать различные разрозненные цифровые платформы в единую информационную систему⁵. Данная национальная программа рассчитана на период реализации до 2024 г. и в рамках цифровой трансформации строительной сферы итогом реализации должно стать создание платформы межведомственного взаимодействия и

⁴ ГОСТ Р 66.0.01-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Оценка опыта и деловой репутации субъектов предпринимательской деятельности. Национальная система стандартов. Общие положения, требования и руководящие принципы [Электронный ресурс] // Кодекс. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157737> (дата обращения: 02.08.2023).

⁵ Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_328854/ (дата обращения: 02.08.2023).

обмена данными, в том числе нормативной справочной информацией, на базе системы межведомственного электронного взаимодействия и единой системы нормативной справочной информации, а также обеспечение законодательных, правовых и методических основ управления жизненным циклом объектов капитального строительства с использованием технологий информационного моделирования и внедрения платформы «Цифровое строительство» (в рамках федерального проекта «Цифровое государственное управление»).

Считаем, что несмотря на наличие различных цифровых платформ в строительной сфере, а также постепенного внедрения цифровых технологий в деятельность организаций, о чем свидетельствуют статистические данные, вопросы инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации, а также финансирования цифровой трансформации строительства в России недостаточно рассмотрены как научным сообществом, так и органами власти. Целью данной работы является проведение анализа существующего инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительной сферы в целях определения барьеров, препятствующих более эффективной цифровизации строительства.

Результаты

Архитектура единой цифровой платформы строительной сферы, являющейся центром инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительства в России, приведена на рис. 2. Интегрирующим элементом всех цифровых систем становится использование субъектами инвестиционно-строительной сферы BIM-технологий. Кроме того, цифровая трансформация строительной сферы предполагает изменение процессов, присущих реализации проектов на всех этапах жизненного цикла объектов строительства, от появления инвестиционного замысла до сноса и утилизации.



Рис. 2. Архитектура единой цифровой платформы строительной сферы России⁶

По мнению научного сообщества [26, 28, 29], функционирование данной цифровой платформы позволит наиболее эффективно внедрять инновационные технологии в деятельность строительных организаций, приведет к унификации требований к объектам строительства, сократит срок реализации проекта и увеличит производительность труда в строительной сфере.

Внедрение цифровых технологий в строительную сферу России основывается на прямом государственном стимулировании на основе введения обязательности применения в тех или иных проектах. В настоящее время в целях интенсификации применения BIM-технологий в России Постановлением Правительства РФ от 05.03.2021 г. № 331 установлено, что для всех проектов, реализуемых в рамках выполнения государственного заказа, с 1 января 2022 г. обязательно использование технологий информационного моделирования⁷. Однако в целом, внедрение BIM-

⁶ На разработку цифровой платформы для управления строительством потратят 1,5 млрд руб. [Электронный ресурс] // CNews. URL: <https://csd.ru/news/minstroy-do-polnogo-perevoda-dokumentatsii-v-elektronnyy-vid-ostalos-dva-goda/> (дата обращения: 02.08.2023).

⁷ Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 г. № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или)

технологий по-прежнему зависит от инициативы самих организаций строительной сферы и в значительной степени определяется их финансовыми возможностями проведения мероприятий по цифровой трансформации. Более того, помимо стоимости самого программного обеспечения, необходимого для проектирования и строительства с использованием BIM, организации также сталкиваются с потребностью обучения сотрудников работе в условиях повсеместного внедрения цифровых технологий [22].

В целях интенсификации цифровой трансформации строительной сферы России существуют различные программы, связанные с субсидированием и софинансированием внедрения цифровых технологий. Так, в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2019 г. № 1598 принято льготное финансирование внедрения отечественного программного обеспечения⁸. Максимальный размер льготного кредита на один проект составляет до 5 миллиардов рублей, на комплексную программу (совокупность проектов) – до 10 миллиардов рублей по льготной ставке от 1% до 5% годовых; программа действует до 2024 г.

Еще одним элементом инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительства является грантовая поддержка данного процесса. С 2021 г. фонд «Сколково» в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект» и в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2021 г. № 767 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на поддержку некоммерческой организацией Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий пилотных проектов апробации

лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» [Электронный ресурс]. URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202103100026> (дата обращения: 02.08.2023).

⁸ Постановление Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2019 г. № 1598 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета субсидий в целях обеспечения льготного кредитования проектов по цифровой трансформации, реализуемых на основе российских решений в сфере информационных технологий» [Электронный ресурс] // Гарант. URL: <https://base.garant.ru/73210294/> (дата обращения: 02.08.2023).

технологий искусственного интеллекта в приоритетных отраслях»⁹ предоставляет гранты российским организациям, внедряющим отечественные решения на базе технологий искусственного интеллекта, в т. ч. в строительной сфере. Размер гранта составляет от 20 до 100 млн руб. При этом поддержка возможна при условии софинансирования заказчиками ИТ-решений не менее 50% от сметы проекта из внебюджетных источников.

Получить субсидии из федерального бюджета на внедрение цифровых технологий строительные организации могут и за счет финансирования Российским фондом развития информационных технологий в рамках участия в конкурсе на предоставление грантов на цифровую трансформацию организаций, проводимом с 2021 г.

Кроме того, с финансовой точки зрения цифровая трансформация строительства в России обеспечивается за счет предоставления налоговых льгот. В соответствии с письмом ФНС России от 22.02.2023 N СД-26-3/3 «О налоговых льготах, предоставляемых при приобретении и внедрении передовых отечественных информационно-телекоммуникационных технологий» с начала 2023 г. при покупке и внедрении отечественных цифровых технологий при расчете налога на прибыль не будет учитываться сумма, в 1,5 раза превышающая фактические расходы компании на приобретение передовых российских разработок¹⁰.

На наш взгляд, инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации строительства на текущий момент не имеет единой структуры, отражающей возможности финансирования процесса внедрения цифровых технологий. Также возможности получения субсидирования зачастую ограничены предельной суммой частного софинансирования

⁹ Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2021 г. № 767 «Об утверждении Правил предоставления субсидии из федерального бюджета на поддержку некоммерческой организацией Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий пилотных проектов апробации технологий искусственного интеллекта в приоритетных отраслях» [Электронный ресурс] // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400697482/> (дата обращения: 03.08.2023).

¹⁰ Письмо ФНС России от 22.02.2023 N СД-26-3/3 «О налоговых льготах, предоставляемых при приобретении и внедрении передовых отечественных информационно-телекоммуникационных технологий» [Электронный ресурс] // Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_440375/ (дата обращения: 03.08.2023).

проекта цифровой трансформации, что не позволяет организациями малого и среднего предпринимательства воспользоваться данными мерами инфраструктурной поддержки.

Осуществление деятельности в рамках большинства российских цифровых платформ требует наличия в организации программного обеспечения по проектированию и строительству объектов в рамках цифровой среды, однако получить финансирование для внедрения данных технологий возможно в рамках участия в различных конкурсах и грантовых программах, условия которых необходимо отслеживать в индивидуальном порядке в связи с отсутствием единой программы в области поддержки цифровой трансформации строительной сферы.

Обсуждение

Цифровая трансформация строительства в России в настоящее время неразрывно связана с внедрением технологий информационного моделирования в рамках создания единой цифровой среды на основе использования цифровых платформ. Тем не менее цифровая трансформация строительной сферы связана как с процессом изменения бизнес-моделей осуществления деятельности в строительстве, так и с созданием качественно новых способов взаимодействия всех субъектов реализации инвестиционно-строительных проектов.

Инвестирование в цифровую трансформацию сопряжено с рисками, что необходимо учитывать при совершенствовании инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации. Так, при реализации инвестиционно-строительного проекта информация поступает от множества участников, находящихся на различных этапах цифровизации, что затрудняет взаимодействие и может приводить к ошибкам проектирования и строительства и в результате снижать качество готовой строительной продукции, приводить к росту затрат и, как следствие, снижать эффективность использования вложенных финансовых средств [12].

Также процесс цифровой трансформации связан с комплексным развитием процессов, присущих строительной сфере. Тем не менее зачастую у субъектов строительной сферы отсутствует общая система, в рамках которой возможна реализация проектов на основе единых цифровых технологий, стандартов обмена данными, визуализации и автоматизации [6]. В условиях отсутствия базовой цифровой технологии, обязательной для всех участников строительной сферы, стоимость проведения цифровой трансформации возрастает в связи с потребностью во внедрении широкого перечня технологий. Кроме того, чем большее количество цифровых технологий применяется, тем сложнее обеспечивать требуемый уровень информационной безопасности в рамках обмена данными [1, 8], что также ведет к росту затрат на цифровую трансформацию, снижает экономическую эффективность проведения цифровой трансформации.

Также в результате цифровой трансформации происходит распространение практики использования цифровых технологий на всех этапах реализации проекта, что неразрывно связано с потребностью в наличии у персонала навыков работы с новыми технологиями. Помимо нехватки сотрудников, обладающих специфическими знаниями в области больших данных, искусственного интеллекта и пр., существует проблема недостатка у персонала строительных организаций навыков для работы с современными технологиями в целом [14]. Следовательно, при выборе механизма финансирования цифровой трансформации в рамках имеющегося инфраструктурного обеспечения необходимо учитывать уровень готовности персонала к проведению мероприятий, указанных при согласовании финансовой схемы проекта цифровой трансформации.

Кроме того, как в России, так и в мире в настоящее время еще не полностью сформированы технические стандарты по использованию цифровых технологий в строительстве [3, 15]. Наибольшее внимание, как правило, уделяется BIM-технологиям, в то время как технологии больших

данных, искусственного интеллекта, Интернета вещей, блокчейн не имеют нормативно-правовой базы для использования в строительной сфере [16], что обуславливает отсутствие инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации на основе данных технологий.

Следовательно, задача по совершенствованию инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительной сферы сопряжена с решением проблем, препятствующих внедрению цифровых технологий как на уровне отдельных субъектов строительства, так и в рамках деятельности всей сферы.

Выводы

Таким образом, несмотря на важность проведения цифровой трансформации строительной сферы и наличие различных инициатив в области субсидирования внедрения цифровых технологий и создания единой информационной среды на основе использования цифровых платформ, в настоящее время инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации строительства в России децентрализовано и не имеет общей структуры. Соответственно, цифровая трансформации проводится более низкими темпами, что не позволяет интенсифицировать процесс инновационного развития строительства.

Кроме того, при разработке мероприятий по совершенствованию инфраструктурного обеспечения цифровой трансформации строительной сферы необходимо учитывать существующие проблемы, присущие инвестиционно-строительной деятельности, среди которых низкий уровень интеграции информации, поступающей от различных субъектов строительной сферы, нехватка сотрудников, обладающих специфическими знаниями в области цифровых технологий, высокая стоимость внедрения цифровых технологий, отсутствие технических стандартов работы с наиболее современными технологиями.

Считаем, что в целях ускорения темпов проведения цифровой трансформации строительной сферы необходимо развить меры инфраструктурной поддержки цифровой трансформации в рамках создания единой структуры в формате федеральной программы, объединяющей в себе все элементы финансовой, нормативно-правовой и технической поддержки процесса цифровой трансформации деятельности субъектов строительной сферы страны. Именно при наличии централизованной инфраструктурной поддержки станет возможно проведение цифровой трансформации с большей эффективностью: в более короткие сроки и на основе широкого перечня механизмов финансовой поддержки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Abioye S.O., Oyedele L.O., Akanbi L., Ajayi A., Delgado J.M.D., Bilal M., Akinade O.O., Ahmed A. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges // J. Build. Eng. 2021, № 44, 103299.
2. Ablyazov T., Ungvári L. Digital Platforms of Territory Management // Lecture Notes in Networks and Systems this link is disabled. 2022. № 387. P. 313–325.
3. Adekunle S.A., Aigbavboa C.O., Ejohwomu O., Adekunle E.A., Thwala W.D. Quantity surveyors scorecard in the 4IR: Unravelling the BIM responsiveness in developing countries // European Conference on Computing in Construction. 2022. URL: https://ec3.org/publications/conferences/EC32022/papers/EC32022_143.pdf.
4. Albukhitan S. Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing // Procedia Computer Science. 2020. № 170. С. 664–671. doi:10.1016/j.procs.2020.03.173.
5. Bilal M., Oyedele L.O., Qadir J., Munir K., Ajayi S.O., Akinade O.O., Owolabi H.A., Alaka H.A., Pasha M. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends // Advanced Engineering

<https://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>.

6. Chen X., Chang-Richards A.Y., Pelosi A., Jia Y., Shen X., Siddiqui M.K., Yang N. Implementation of technologies in the construction industry: A systematic review // *Eng. Constr. Archit. Manag.* 2022. № 29. P. 3181–3209.
7. Elghaish F., Abrishami S., Hosseini M.R., Abu-Samra S. Integrated project delivery with BIM: An automated EVM-based approach // *Automation in Construction*. 2019. № 106, 102907. doi:10.1016/j.autcon.2019.102907.
8. Ghosh A., Edwards D.J., Hosseini M.R. Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: Future applications in the construction industry // *Eng. Constr. Archit. Manag.* 2021. № 28, 457-481.
9. Hamidavi T., Abrishami S., Hosseini M.R. Towards intelligent structural design of buildings: a BIM-based solution // *Journal of Building Engineering*. 2020. № 32, 101685. 15 p.
10. Hausberg J. P., Liere-Netheler K., Packmohr S., Pakura S., Vogelsang K. Research Streams on Digital Transformation from a Holistic Business Perspective: a Systematic Literature Review and Citation Network Analysis // *Journal of Business Economics*. 2019. № 89 (8-9). P. 931–963. doi:10.1007/s11573-019-00956-z.
11. Maskuriy R., Selamat A., Maresova P., Krejcar O., Olalekan O. O. Industry 4.0 for the Construction Industry: Review of Management Perspective // *Economies*. 2019. № 7 (3), 68 p. doi:10.3390/economies7030068.
12. Mohd Nawi M. N., Baluch N., Bahauddin A.Y. Impact of Fragmentation Issue in Construction Industry: An Overview // *MATEC Web of Conferences*. № 15, 01009. doi:10.1051/matecconf/20141501009.
13. Nadkarni S., Prügl R. Digital Transformation: A Review, Synthesis and Opportunities for Future // *Management Review Quarterly*. 2020. № 71. P. 233–341. doi:10.1007/s11301-020-00185-7.

14. Popkova E.G., Zmiyak K.V. Priorities of training of digital personnel for industry 4.0: social competencies vs technical competencies. *Horizon*. 2019. №27. P.138-144. doi:10.1108/oth-08-2019-0058.
15. Sundararajan A., Riggs H., Jeewani A., Sarwat A. I. Cluster-based Module to Manage Smart Grid Data for an Enhanced Situation Awareness: A Case Study // 2019 Resilience Week (RWS). 2019. doi:10.1109/rws47064.2019.8971817.
16. Won B.-G. Hwang S. Chi, J.L. Kor. Adoption of Three-Dimensional Printing Technology in Public Housing in Singapore: Drivers, Challenges, and Strategies // *J. Manage. Eng.* 2022. № 38, 05022010.
17. Zabidin N. S., Belayutham S., Ibrahim C. K. I. C. A Bibliometric and Scientometric Mapping of Industry 4.0 in Construction // *J. Inf. Tech. Construction (Itcon)*. 2020. № 25 (17). P. 287–307. doi:10.36680/j.itcon.2020.017.
18. Абдрахманова Г. И., Васильковский С. А., Вишнеvский К. О., Гершман М. А., Гохберг Л. М. и др. Цифровая трансформация: ожидания и реальность: докл. к XXIII Ясинской (Апрельской) междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 2022 г. // *Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики»*. – М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. – 221 с.
19. Аблязов Т. Х. Сущность междисциплинарного взаимодействия при развитии территорий в условиях цифровой экономики // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики*. 2020. № 7. С. 9-12. DOI 10.37882/2223-2974.2020.07.02.
20. Айнуллина К. Н., Кряхтунов А. В. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности и регулирование зон с особыми условиями использования территории // *Московский экономический журнал*. 2021. № 3. С. 51-56.
21. Бутковская Г. В., Сумарокова Е. В. Цифровые стратегии компаний: потенциал роста и причины провала // *E-Management*. 2019. № 3. С. 48-57.

22. Васильев Ю. Строительная отрасль: время перемен // Отраслевой журнал «Строительство». 2020. № 9. С. 56-58.
23. Вигурская А.Е., Аблязов Т.Х., Коршунов А.Ф. Архитектурно-строительное проектирование городской среды в условиях трансформации социально-экономических отношений // Архитектура. 2022. № 2 (116). С. 61-65.
24. Вишнинецкая А.И., Аблязов Т.Х. Цифровая стратегия как основа цифровой трансформации строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 3 А. С. 11-20. DOI: 10.34670/AR.2019.89.3.001.
25. Вторников А. В. Иерархический подход к цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы // Организатор производства. 2021. № 3. 34-42.
26. Корабельникова С.С., Корабельникова С.К. Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве // Дискуссия. 2019. № 2 (93). С. 18-27.
27. Кряхтунов А. В., Авдеев Д. А., Тибуа А. Р. Влияние информационных систем на управление развитием территорий // Московский экономический журнал. 2020. № 5. С. 28-33.
28. Мелихов Н.С., Костюченко А.Ю., Ященко А.А., Нарезная Т.К. Преимущества BIM при проведении экспертизы проектной документации // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 5-3 (47). С. 143-145.
29. Нешатаев И. Р. Цифровое строительство в Российской Федерации // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 2. С. 77-82.
30. Пирогова О. Е., Голубев В. С. Проблемные вопросы применения цифровых платформ в деятельности строительных организаций // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. 2023. № 2 (56). С. 19-25.

31. Тарарин А. М. Цифровая трансформация градостроительной деятельности // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2021. № 26 (1). С. 110-121.

32. Шамсутдинова А. Р., Козаков Р. Р. Методы государственного стимулирования цифровой трансформации российской строительной сферы // Политика, экономика и инновации. 2022. № 3 (44). С. 1-10.

References

1. Abioye S.O., Oyedele L.O., Akanbi L., Ajayi A., Delgado J.M.D., Bilal M., Akinade O.O., Ahmed A. Artificial intelligence in the construction industry: A review of present status, opportunities and future challenges // J. Build. Eng. 2021, № 44, 103299.

2. Ablyazov T., Ungvári L. Digital Platforms of Territory Management // Lecture Notes in Networks and Systems this link is disabled. 2022. № 387. P. 313–325.

3. Adekunle S.A., Aigbavboa C.O., Ejohwomu O., Adekunle E.A., Thwala W.D. Quantity surveyors scorecard in the 4IR: Unravelling the BIM responsiveness in developing countries // European Conference on Computing in Construction. 2022. URL: https://ec3.org/publications/conferences/EC32022/papers/EC32022_143.pdf.

4. Albukhitan S. Developing Digital Transformation Strategy for Manufacturing // Procedia Computer Science. 2020. № 170. С. 664–671. doi:10.1016/j.procs.2020.03.173.

5. Bilal M., Oyedele L.O., Qadir J., Munir K., Ajayi S.O., Akinade O.O., Owolabi H.A., Alaka H.A., Pasha M. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends // Advanced Engineering Informatics. 2016. № 30 (3). P. 500-521. <https://dx.doi.org/10.1016/j.aei.2016.07.001>.

6. Chen X., Chang-Richards A.Y., Pelosi A., Jia Y., Shen X., Siddiqui M.K., Yang N. Implementation of technologies in the construction industry: A systematic review // Eng. Constr. Archit. Manag. 2022. № 29. P. 3181–3209.

7. Elghaish F., Abrishami S., Hosseini M.R., Abu-Samra S. Integrated project delivery with BIM: An automated EVM-based approach // Automation in Construction. 2019. № 106, 102907. doi:10.1016/j.autcon.2019.102907.
8. Ghosh A., Edwards D.J., Hosseini M.R. Patterns and trends in Internet of Things (IoT) research: Future applications in the construction industry // Eng. Constr. Archit. Manag. 2021. № 28, 457-481.
9. Hamidavi T., Abrishami S., Hosseini M.R. Towards intelligent structural design of buildings: a BIM-based solution // Journal of Building Engineering. 2020. № 32, 101685. 15 p.
10. Hausberg J. P., Liere-Netheler K., Packmohr S., Pakura S., Vogelsang K. Research Streams on Digital Transformation from a Holistic Business Perspective: a Systematic Literature Review and Citation Network Analysis // Journal of Business Economics. 2019. № 89 (8-9). P. 931–963. doi:10.1007/s11573-019-00956-z.
11. Maskuriy R., Selamat A., Maresova P., Krejcar O., Olalekan O. O. Industry 4.0 for the Construction Industry: Review of Management Perspective // Economies. 2019. № 7 (3), 68 p. doi:10.3390/economies7030068.
12. Mohd Nawi M. N., Baluch N., Bahauddin A.Y. Impact of Fragmentation Issue in Construction Industry: An Overview // MATEC Web of Conferences. № 15, 01009. doi:10.1051/matecconf/20141501009.
13. Nadkarni S., Prügl R. Digital Transformation: A Review, Synthesis and Opportunities for Future // Management Review Quarterly. 2020. № 71. P. 233–341. doi:10.1007/s11301-020-00185-7.
14. Popkova E.G., Zmiyak K.V. Priorities of training of digital personnel for industry 4.0: social competencies vs technical competencies. Horizon. 2019. №27. P.138-144. doi:10.1108/oth-08-2019-0058.
15. Sundararajan A., Riggs H., Jeewani A., Sarwat A. I. Cluster-based Module to Manage Smart Grid Data for an Enhanced Situation Awareness: A Case Study // 2019 Resilience Week (RWS). 2019. doi:10.1109/rws47064.2019.8971817.

16. Won B.-G. Hwang S. Chi, J.L. Kor. Adoption of Three-Dimensional Printing Technology in Public Housing in Singapore: Drivers, Challenges, and Strategies // J. Manage. Eng. 2022. № 38, 05022010.
17. Zabidin N. S., Belayutham S., Ibrahim C. K. I. C. A Bibliometric and Scientometric Mapping of Industry 4.0 in Construction // J. Inf. Tech. Construction (Itcon). 2020. № 25 (17). P. 287–307. doi:10.36680/j.itcon.2020.017.
18. Abdraxmanova G. I., Vasil'kovskij S. A., Vishnevskij K. O., Gershman M. A., Goxberg L. M. i dr. Cifrovaya transformaciya: ozhidaniya i real'nost': dokl. k XXIII Yasinskoj (Aprel'skoj) mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya e'konomiki i obshhestva, Moskva, 2022 g. // Nacz. issled. un-t «Vy'sshaya shkola e'konomiki». – M.: Izd. dom Vy'sshej shkoly` e'konomiki, 2022. – 221 s.
19. Ablyazov T. X. Sushhnost` mezhdisciplinarnogo vzaimodejstviya pri razvitiiterritorij v usloviyax cifrovoj e'konomiki // Sovremennaya nauka: aktual'ny`e problemy` teorii i praktiki. 2020. № 7. S. 9-12. DOI 10.37882/2223-2974.2020.07.02.
20. Ajnullina K. N., Kryaxtunov A. V. Gosudarstvennaya informacionnaya sistema obespecheniya gradostroitel'noj deyatel'nosti i regulirovanie zon s osoby`mi usloviyami ispol'zovaniya territorii // Moskovskij e'konomicheskij zhurnal. 2021. № 3. S. 51-56.
21. Butkovskaya G. V., Sumarokova E. V. Cifrovye strategii kompanij: potencial rosta i prichiny` provala // E-Management. 2019. № 3. S. 48-57.
22. Vasil'ev Yu. Stroitel'naya otrasl': vremya peremen // Otrasleyvoj zhurnal «Stroitel'stvo». 2020. № 9. S. 56-58.
23. Vigurskaya A.E., Ablyazov T.X., Korshunov A.F. Arxitekturno-stroitel'noe proektirovanie gorodskoj sredy` v usloviyax transformacii social'no-e'konomicheskix otnoshenij // Arxitektura. 2022. № 2 (116). S. 61-65.
24. Vishniveczkaya A.I., Ablyazov T.X. Cifrovaya strategiya kak osnova cifrovoj transformacii stroitel'ny`x organizacij // E'konomika: vchera, segodnya, zavtra. 2019. Tom 9. № 3 A. S. 11-20. DOI: 10.34670/AR.2019.89.3.001.

25. Vtornikov A. V. Ierarxicheskij podxod k cifrovoj transformacii investicionno-stroitel'noj sfery` // Organizator proizvodstva. 2021. № 3. 34-42.

26. Korabel'nikova S.S., Korabel'nikova S.K. Cifrovye tehnologii kak element snizheniya riskov v stroitel'stve // Diskussiya. 2019. № 2 (93). S. 18-27.

27. Kryaxtunov A. V., Avdeev D. A., Tibua A. R. Vliyanie informacionny`x sistem na upravlenie razvitiem territorij // Moskovskij e`konomicheskij zhurnal. 2020. № 5. S. 28-33.

28. Melixov N.S., Kostyuchenko A.Yu., Yashhenko A.A., Narezhnaya T.K. Preimushhestva BIM pri provedenii e`kspertizy` proektnoj dokumentacii // Mezhdunarodny`j nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2016. № 5-3 (47). S. 143-145.

29. Neshataev I. R. Cifrovoe stroitel'stvo v Rossijskoj Federacii // Vestnik Altajskoj akademii e`konomiki i prava. 2022. № 2. S. 77-82.

30. Pirogova O. E., Golubev V. S. Problemny`e voprosy` primeneniya cifrovyx platform v deyatel'nosti stroitel'ny`x organizacij // Teoriya i praktika servisa: e`konomika, social'naya sfera, tehnologii. 2023. № 2 (56). S. 19-25.

31. Tararin A. M. Cifrovaya transformaciya gradostroitel'noj deyatel'nosti // Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tehnologij). 2021. № 26 (1). S. 110-121.

32. Shamsutdinova A. R., Kozakov R. R. Metody` gosudarstvennogo stimulirovaniya cifrovoj transformacii rossijskoj stroitel'noj sfery` // Politika, e`konomika i innovacii. 2022. № 3 (44). S. 1-10.

Для цитирования: Аблязов Т.Х., Инфраструктурное обеспечение цифровой трансформации строительной сферы // Московский экономический журнал. 2023. № 10. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-10-2023-6/>