

## КЛЮЧЕВЫЕ БАРЬЕРЫ И ПЕРСПЕКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

А.С. Мищенко\*

**Аннотация.** Представлен анализ практики использования цифровых технологий в строительной отрасли Республики Беларусь, проводимый в границах достижения основной цели исследования – обоснование мер снижения имеющихся барьеров, препятствующих цифровизации, и проработка модели, предусматривающей создание наиболее благоприятных условий для внедрения цифровых технологий в работу отечественного строительного комплекса. Методологической основой исследования является системный анализ, сочетающий принципы макро- и микроэкономического подходов к процессу цифровизации. Результатом исследования стало формирование перечня барьеров цифровизации, разграниченных по уровням их возникновения (макроуровень и микроуровень), и построение перспективной модели цифровизации отечественной строительной отрасли (с детализацией процесса внедрения соответствующих технологий).

**Ключевые слова:** строительная отрасль, Республика Беларусь, цифровые технологии, барьеры цифровизации, модель цифровизации.

**JEL-классификация:** L74, O33.

**DOI:** 10.46782/1818-4510-2023-1-104-116

*Материал поступил 15.02.2023 г.*

Повсеместное внедрение цифровых технологий выступает одной из ключевых тенденций развития мировой экономики, открывающей новые перспективы для повышения эффективности и конкурентоспособности. Использование цифровых инструментов меняет облик рыночных отношений и обуславливает выстраивание национальных экономик в новом формате, получившем название «цифровая экономика». Основным преимуществом цифровой экономики перед традиционной является реализация возможности автоматического управления всей системой (или отдельными компонентами), а также ее практически неограниченное масштабирование без потери эффективности, позволяющее значительно повышать эффективность управления экономикой (хозяйственной деятельностью и ресурсами страны в различных отраслях) на микро- и макроуровнях.

Общественные отношения, возникающие в связи с развитием цифровой экономики, носят комплексный характер и обладают существенной спецификой в части их объекта и предмета, субъектного состава, условий возникновения, изменения и прекращения, что обуславливает необходимость их комплексного регулирования в границах каждой из отраслей народного хозяйства. Особый интерес в данном контексте представляет внедрение цифровых технологий в строительную отрасль, отличающуюся повышенным уровнем консерватизма.

Цифровизации строительной отрасли в последнее время уделяется существенное внимание в мировом масштабе. Это не просто использование современного программного обеспечения или новых технологий, а комплексная перестройка бизнес-процессов для создания новых продуктов. Внедрение

---

\* Мищенко Артем Сергеевич (6482575@mail.ru), кандидат экономических наук, доцент, Белорусский государственный экономический университет (г. Минск, Беларусь); <https://orcid.org/0000-0002-1216-3443>

Для цитирования: Мищенко А.С. 2023. Ключевые барьеры и перспективная модель цифровизации строительства. *Белорусский экономический журнал*. № 1. С. 104–116. DOI: 10.46782/1818-4510-2023-1-104-116

---

цифровых технологий способно сократить сроки и стоимость строительства, повысить производительность труда, обеспечить сокращение обязательных требований без снижения базовых требований безопасности. Кроме того, значительно упрощается взаимодействие участников строительного рынка, органов государственной власти и надзорных органов.

Участники мирового строительного рынка активно внедряют в свою деятельность цифровые информационные технологии, которые охватывают практически все бизнес-процессы: подбор кадров, бухгалтерский учет, внутренний документооборот, планирование, разработку и размещение рекламы, поиск и сопровождение клиентов, закупки, производство продукции, выполнение работ, оказание услуг, контроль за исполнением договоров и др. Ведутся многочисленные фундаментальные разработки в сфере использования в строительстве искусственного интеллекта, дронов и пр. Вместе с тем темпы внедрения цифровых технологий в строительные отрасли стран значительно ниже темпов цифровизации иных областей. Так, применение строительными компаниями технологий информационного моделирования зданий (BIM-технологий) даже в развитых странах все еще находится на недостаточно высоком уровне – в Германии BIM-технологии используют 80% застройщиков, в Великобритании – 73%, во Франции – 60% застройщиков<sup>1</sup>.

Таким образом, в процессе цифровизации строительной отрасли возникает ряд трудностей, связанных как со сложностью процессов обмена информацией, сопровождающих создание новых объектов, так и с имеющимися управленческими особенностями (например, разным уровнем компетенций участников строительного рынка). При этом если в развитых странах данные трудности лишь замедляют темпы внедрения цифровых технологий в работу строительных организаций, то в странах с переходной экономикой отмечены проблемные

области в совокупности со спецификой развития строительной отрасли в целом обуславливают возникновение перечня барьеров цифровизации, не позволяющих отечественным строительным компаниям поддерживать общемировые тенденции. С учетом представленного основной целью написания статьи стало обоснование мер снижения имеющихся барьеров цифровизации строительной отрасли Республики Беларусь с проработкой перспективной модели, предусматривающей создание наиболее благоприятных условий для внедрения цифровых технологий в работу отечественного строительства.

### Обзор литературы

Важно отметить, что цифровизация строительства на протяжении длительного периода времени занимает одно из центральных направлений в развитии данной отрасли. Отечественные и зарубежные ученые проводят ряд исследований, посвященных как обоснованию терминологии, так и выявлению практических аспектов цифровизации. При этом наиболее исследованной в настоящее время является область содержательных характеристик цифровизации.

Так, сущность цифровых технологий, цифровизации и отдельных цифровых инструментов подробно рассмотрена в работах таких авторов, как В.А. Изатов (2020), Н.М. Михалькевич (2020), А.Х. Байбурин и Н.В. Кочарин<sup>2</sup>, В.И. Травуш (2018), Е. Гусакова (Gusakova, 2018) и др. В отдельных трудах обоснованы перспективы применения цифровых технологий (Борисова, Исмаилова, 2018) и методологические основы использования отдельных цифровых инструментов<sup>3</sup> (Изатов, 2020). Стоит также отметить отражение ключевых терминов цифровизации в нормативных правовых актах Республики Беларусь. Например, согласно СТБ 2583-2020 «Цифровая трансформация. Термины и определения», цифровизация представляет собой новый этап автоматизации и информатизации экономической деятель-

<sup>1</sup> URL: <https://www.planradar.com/ru/bim-tehnologiya-ugoven-gasprostraneniya-v-7-stranah/#:-:text=Великобритания,Процент%20использования%20строительными%20компаниями,в%20курсе%20об%20этой%20технологии>

<sup>2</sup> Байбурин А.Х., Кочарин Н.В. 2020. *Применение цифровых технологий в строительстве*: учебное пособие. Челябинск: Библиотека А. Миллера. 167 с.

<sup>3</sup> Там же.

ности и государственного управления, процесс перехода на цифровые технологии, в основе которого лежит не только использование для решения задач производства или управления информационно-коммуникационных технологий, но также накопление и анализ с их помощью больших данных в целях прогнозирования ситуации, оптимизации процессов и затрат, привлечения новых контрагентов и т. д.<sup>4</sup>

Практические особенности цифровизации, как и проблемные области данного процесса, нашли меньшее отражение в научных трудах. Отдельные практические аспекты внедрения цифровых технологий рассмотрены в статье И.А. Воронина, В.А. Изатова, Г.А. Пурса (2019). Авторами определены основы использования технологий информационного моделирования в строительстве на различных этапах жизненного цикла строительной продукции с обозначением особенностей для каждого из них. В работе Л.А. Сулеймановой, П.В. Сапожникова и А.Н. Кривчикова (2022) проведен анализ практики внедрения цифровых технологий в рамках деятельности основных участников управления объектами капитального строительства: государственных органов управления, заказчика, генерального подрядчика и проектной организации.

Вопросам практической цифровизации и выделению имеющихся проблем в данной области посвящены следующие исследования: статья Н.В. Васильевой и И.А. Бачуринской (2018), содержащая анализ текущего уровня цифровизации и узких мест данного процесса; исследование Н.М. Михалькевича (2020), обосновывающее основы функционирования автоматизированной информационной системы республиканского банка данных объектов-аналогов; статья Н.А. Григорьевой, И.К. Брудер, К.В. Шульги (2022), посвященная обоснованию методологии оценки эффективности внедрения цифровых технологий в строительстве и др. При этом акцент в обозначенных исследованиях сделан на систематизацию

опыта цифровизации без выделения конкретных механизмов и рекомендаций по комплексному внедрению цифровых технологий на каждом этапе жизненного цикла объекта строительства. Недостаточное отражение в работах нашло выявление границ цифровизации и ключевых барьеров, возникающих в процессе внедрения цифровых технологий отечественными строительными организациями.

В отмеченных обстоятельствах, с учетом сложившейся теоретической базы, крайне важной является дальнейшая проработка практических аспектов цифровизации с точки зрения формирования представления о внутренней и внешней среде данного процесса в условиях Республики Беларусь. Особую актуальность при этом приобретает определение «узких» мест цифровизации национальной строительной отрасли с последующим построением перспективной модели, отражающей базовые условия и этапы внедрения цифровых технологий.

### *Методика исследования*

На первом этапе исследования были осуществлены обзор и анализ научных публикаций, что позволило систематизировать теоретическую и создать методологическую базу для следующего этапа.

Далее на основе систематизированной информации проанализирована практика использования информационных и цифровых технологий в строительной отрасли страны. Были изучены как имеющиеся статистические данные, публикуемые Национальным статистическим комитетом Республики Беларусь и международными организациями, так и выступления официальных представителей государственных организаций. Дополнительно исследованы условия, в рамках которых организован процесс цифровизации с анализом соответствующей нормативно-правовой и иной информации. На следующем этапе в результате сопоставления полученных трендов и особенностей организации внедрения цифровых технологий в практику функционирования отечественных строительных организаций были обозначены ключевые барьеры цифровизации.

<sup>4</sup> СТБ 2583-2020 «Цифровая трансформация. Термины и определения». Введен в действие с 1 марта 2021 г. постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 8 декабря 2020 г. № 95. URL: <https://shop.belgiss.by/ru/gosudarstvennye-standarty/stb-2583-2020>

Сформулированные выводы показали наличие значительных барьеров для активизации процесса цифровизации строительной отрасли, что послужило основой для проработки ключевых направлений и этапов внедрения цифровых технологий. Обобщение данных направлений и этапов привело к построению перспективной модели цифровизации отечественной строительной отрасли (с детализацией процесса внедрения соответствующих технологий).

### **Практика использования цифровых технологий в строительной отрасли страны**

Следует отметить, что цифровизация отдельных процессов, связанных со строительством, началась в стране достаточно давно, однако ее охват до настоящего времени находится на низком уровне. Первые цифровые инструменты были внедрены в строительную отрасль Беларуси десятилетия назад, когда распространение нашли системы автоматизированного проектирования (САПР). В последующем высокую популярность среди отечественных строительных организаций приобрели инструменты, оптимизирующие внутреннюю работу (планирование инвестиций, сотрудничество с подрядчиками и т. п.) и взаимодействие с клиентами (различные CRM-системы).

В настоящее время в области цифровизации строительства внедряются технологии информационного моделирования и наблюдается положительная динамика применения информационно-коммуникационных технологий. Национальный статистический комитет Республики Беларусь раз в два года публикует данные по информационным и коммуникационным технологиям в отечественных организациях в раз-

резе видов экономической деятельности<sup>5</sup>. Соответствующие данные по виду деятельности «Строительство» приведены в табл. 1.

Как видно из представленных данных, за последние 10 лет удельный вес организаций, использующих локальные вычислительные сети, в совокупности строительных организаций страны вырос с 82,1 до 94,1%. Удельный вес организаций, применяющих Интернет, в совокупности всех организаций одновременно составил 100% – данное значение впервые достигнуто для строительной отрасли страны в 2014 г. Доля строительных компаний, имеющих веб-сайт, выросла практически вдвое: с 36,5% в 2011 г. до 70,3% в 2020 г.

Одновременно в стране наблюдается недостаточно высокий уровень использования более современных цифровых технологий – технологии информационного моделирования зданий и сооружений (Building Information Modeling, BIM), облачных вычислений (Cloud Computing), «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT), больших данных (Big Data) и т. д. При этом именно внедрение BIM-технологий, в том числе через создание информационных систем для поддержки жизненного цикла зданий и сооружений во взаимодействии с информационной моделью BIM, в настоящее время выступает ключевым направлением цифровизации, которое развивает государство и поддерживает на уровне нормативной базы.

Так, для обеспечения цифровизации в границах данного направления в республике в 2012 г. была утверждена отраслевая программа внедрения BIM-технологий комплексной автоматизации проектирования и

<sup>5</sup> URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/informatsi-onno-telekommunikatsionnye-tehnologii/>

Таблица 1

**Статистика использования ИКТ в белорусских строительных организациях, 2011–2020 гг., %**

Показатель	2011	2012	2014	2016	2018	2020
Удельный вес организаций, использующих локальные вычислительные сети, в совокупности строительных организаций страны	82,1	86,6	90,1	91,1	93,3	94,1
Удельный вес организаций, использующих Интернет, в совокупности строительных организаций страны	99,3	99,7	100,0	99,8	100,0	100,0
Удельный вес организаций, имеющих веб-сайт, в совокупности строительных организаций страны	36,5	40,2	50,5	52,4	65,5	70,3

Источник. URL: <https://www.belstat.gov.by>

поддержки жизненного цикла сооружения, здания. С 1 марта 2016 г. введен СТБ 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий»<sup>6</sup>, разработанный на основе международного стандарта ISO 12911:2012 «Framework for building information modeling guidance» и устанавливающий основы, определяющие технические условия для информационного моделирования зданий BIM. В марте 2019 г. Президент Республики Беларусь подписал Директиву №8<sup>7</sup>, включающую в качестве одного из приоритетов цифровизацию строительной отрасли в границах:

- перехода на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса, внедрения интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий;

- внедрения и развития технологий информационного моделирования в строительстве, включая разработку средств автоматизации сметно-экономических расчетов, в том числе с использованием технологий облачных вычислений;

- создания единой информационной среды в строительной отрасли, включая формирование республиканского фонда проектной документации, республиканского банка данных объектов-аналогов на строительство объектов в электронном виде в форматах, поддерживаемых технологией информационного моделирования объектов строительства;

- автоматизации разработки укрупненных нормативов стоимости по всем видам строительно-монтажных работ, конструктивным элементам, объектам строительства с последующей интеграцией их в соответствующие банки данных.

Одновременно на данном этапе идет активная разработка проектов государственных стандартов, регулирующих порядок

внедрения и применения технологий информационного моделирования объектов строительства, и подготовка Государственной информационной системы поддержки информационного взаимодействия участников жизненного цикла объектов строительства (ГИС «Госстройпортал»). ГП «РНТЦ по ценообразованию в строительстве» обеспечивает подготовку таких подсистем в ГИС «Госстройпортал», как:

- управление строительными проектами; реализация технологий информационного моделирования;

- обеспечение жизненного цикла объектов строительства;

- осуществление административно-регламентных действий;

- учет и подготовка кадров;

- создание фонда проектной документации.

ГИС «Госстройпортал» запущена в пробную эксплуатацию и открыта как для юридических, так и физических лиц. В разработке одновременно находится ряд подсистем, которые затрагивают:

- управление строительством (учет и контроль финансовых средств, сбор и хранение исходной информации, классификация и кодирование строительной информации, управление требованиями к элементам Библиотеки базовых элементов, оказание консультационных услуг в сфере строительства);

- техническое обеспечение строительства (техническое регулирование в строительстве, расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий, расчет энергетических показателей жилых и общественных зданий);

- исследование рынка (мониторинг социально-экономического состояния строительной отрасли, создание и управление банком данных объектов-аналогов на строительство объектов, мониторинг цен на продукцию отечественных производителей и импортеров материалов для строительства, база данных объектов незавершенного строительства, медиаплатформа для развития электронных СМИ и продвижения работ, услуг, материальных ресурсов в сфере строительства);

- государственное регулирование (электронные административные процеду-

<sup>6</sup> СТБ ISO/TS 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий». Введен в действие с 1 марта 2016 г. постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 28 августа 2015 г. № 38. URL: <https://ais.by/sites/ais.by/files/docs/e67d9e62c9d9ff4bd00908b90df7097c.pdf>

<sup>7</sup> Директива Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 «О приоритетных направлениях развития строительной отрасли». URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P01900008>

ры, государственная жилищная политика, территориальное планирование, ценообразование в строительстве, образовательные услуги в сфере строительства).

В активной стадии проработки находятся библиотеки BIM-элементов и технологии управления стоимостью объекта строительства в среде общих данных (методология сметных расчетов с учетом технологий информационного моделирования, разработка универсального сметного формата VENML).

При этом, несмотря на существенную проработку нормативной базы в области использования BIM-технологий, а также разработку отдельных цифровых решений на уровне государственных органов, на практике внедрение таких технологий в деятельность строительных организаций осуществляется очень медленно и носит весьма узкий характер. Примером успешного использования технологий информационного моделирования зданий является ОАО «Институт Белгоспроект», руководством которого была произведена постепенная трансформация внутренних бизнес-процессов с внедрением в работу программных продуктов компании Autodesk, таких как Revit, Navisworks и т. д. В настоящее время организацией уже реализованы с использованием цифровых технологий отдельные строительные проекты: например, Китайско-белорусский центр сотрудничества в области научно-технических достижений в индустриальном парке «Великий камень», Республиканский клинический медицинский центр в пос. Ждановичи, здание детских яслей-сада на 230 мест с бассейном в границах пр. Дзержинского – пр. Любимова – ул. Семашко (г. Минск).

Резюмируя исследованный опыт использования цифровых технологий в строительной отрасли страны, можно установить, что, несмотря на положительные результаты в области внедрения отдельных технологий, достигнутый уровень цифровизации является крайне низким, что не позволяет обеспечивать устойчивое развитие национального строительства. Назовем основные достижения цифровизации:

- в стране предпринята попытка создания необходимой нормативной базы и институциональной среды для проведения

цифровизации строительной отрасли. Однако комплексный план цифровизации отрасли и конкретные рекомендации для участников рынка в настоящее время не сформулированы;

- с участием государства разрабатываются и внедряются в работу организаций строительной отрасли отдельные цифровые инструменты и программные продукты; прорабатывается соответствующая методологическая база;

- некоторые субъекты хозяйствования более широко используют цифровые технологии в текущей деятельности, однако их круг весьма ограничен, а процент применения существенно мал. При этом цифровизация характерна для отдельных участников, выстраивание цифровых взаимоотношений в границах всего жизненного цикла объектов строительства не осуществляется.

Совокупность отмеченного обуславливает актуальность дальнейшего исследования перспективных направлений цифровизации строительства и стратегий их внедрения и использования на современном рынке строительных услуг. При этом последующая эффективная их реализация требует первичного выявления основных барьеров, препятствующих качественному внедрению цифровых инструментов на современном этапе.

#### ***Барьеры цифровизации строительной отрасли Республики Беларусь***

Строительство представляет собой многогранный процесс, объединяющий широкий перечень стадий: разработку инвестиционного проекта, подготовку задания для проектирования и технико-экономического обоснования, проектирование, экспертизу проекта, строительство, контроль, ввод в эксплуатацию, реконструкцию, капитальный ремонт и снос объекта. Каждая из этих стадий имеет свою специфику, которая значительно усложняет процесс цифровизации строительной отрасли и взаимоувязку внедряемых цифровых технологий в границах жизненного цикла объекта строительства. Определенные проблемы создаются также ввиду необходимости полного пересмотра процесса строительства и используемых технологий, а также формирования совер-

шенно новых методических и методологических подходов в области строительства. Проведенные выше и иные проблемные области обуславливают наличие перечня барьеров цифровизации строительства, которые обобщенно можно разделить на две группы:

- барьеры, возникающие на макроуровне. Данная группа включает барьеры, напрямую зависящие от специфики становления и динамики развития строительной отрасли Республики Беларусь, а также учитывающие особенности реализации государственной политики в сфере внедрения цифровых технологий в строительную отрасль;
- барьеры, возникающие на микроуровне. В данную группу входят барьеры, обусловленные поведенческими особенностями функционирования организаций в лице их руководящего состава и отдельных специалистов, функциональные обязанности которых затрагивает процесс цифровизации, а также сложившимся уровнем их ресурсного обеспечения.

Наглядно перечень барьеров цифровизации, относящихся к каждой из групп, представлен на рис. 1.

Рассмотрим представленные барьеры более подробно.

В первую очередь стоит отметить консервативный характер строительной отрасли страны и ее исторически низкую степень зависимости от информационных технологий. На протяжении длительного периода времени проектирование объектов и их согласование производились лишь с использованием бумажного варианта проектов, что не вызы-

вало необходимости перестройки внутренних бизнес-процессов и изменения основных функциональных обязанностей специалистов. В результате у руководителей организаций сформировалось устойчивое неполное представление о течении строительного процесса, которое в настоящее время довольно сложно изменить.

Попыткой перелома сложившегося варианта взаимодействия стало принятие ранее отмеченных нормативных-правовых актов, которые, однако, затронули не все необходимые аспекты цифровизации. В настоящее время на практике можно говорить об отсутствии должной системы нормативно-правового и институционального обеспечения, как напрямую затрагивающей процесс цифровизации, так и относящейся к защите объектов интеллектуальной собственности. При этом недостаточная проработка законодательной базы в области защиты интеллектуальной собственности приводит к возникновению на микроуровне дополнительных опасений, связанных с переходом на цифровой формат строительства.

Относительно отсутствия необходимой методической и методологической базы стоит отметить, что до настоящего времени в стране не усовершенствованы системы организации, управления и правового регулирования процессов информатизации, не создана государственная система идентификации субъектов информационных отношений. Кроме того, нет единых стандартов, норм и классификаторов в области информационного моделирования зданий и сооружений, автоматизированных систем по

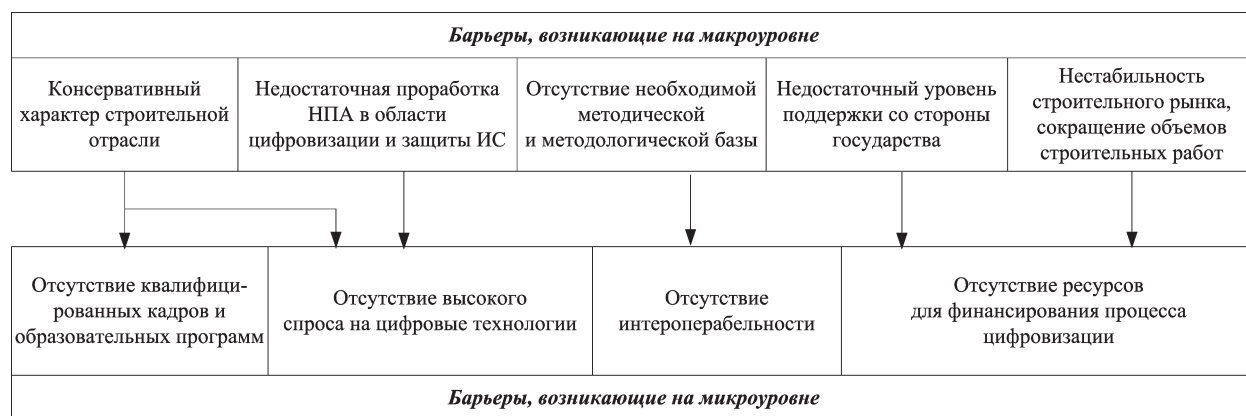


Рис. 1. Основные барьеры цифровизации строительной отрасли страны

Источник. Авторская разработка.

совершенствованию существующих организационных структур проектных и строительных организаций и их внешних связей, с упорядочиванием потока информации, с механизацией вычислительных и информационно-логических работ на базе технических средств, экономико-математических методов и внедрения новых принципов стимулирования. С учетом отмеченного важна проработка рассмотренных аспектов с использованием соответствующих программных инструментов.

Замедление процесса цифровизации строительной отрасли обусловлено также отсутствием должной государственной поддержки процессов внедрения цифровых технологий и одновременной нестабильностью строительного рынка. В условиях наблюдаемого в последние годы сокращения объемов строительных работ первостепенное значение для отрасли имеет повышение уровня валовой добавленной стоимости, в рамках чего инвестирование средств в цифровизацию уходит на второй план. В результате сложился слабый уровень мотивации к цифровизации.

Одним из ключевых барьеров цифровизации на микроуровне является отсутствие специалистов, обладающих необходимыми компетенциями для эффективного использования цифровых технологий, и учебной профессиональной базы для обучения и переквалификации. В настоящее время в деятельности строительных компаний существенная часть документации все еще создается и передается на бумажных носителях, а многие ведущие специалисты (как в сфере проектирования, так и в области строительного контроля) не знакомы с современными программными продуктами, что не позволяет обеспечить внедрение цифровых инструментов в работу. С целью исключения этого барьера важно организовать подготовку кадров требуемой квалификации как на уровне учебных заведений (развитие образования в области ИКТ, организация курсов по переподготовке), так и на уровне компаний (организация корпоративного обучения). Положительным моментом в данном аспекте выступает постепенное внедрение в образовательный процесс профильных вузов

соответствующих программ по обучению технологиям информационного моделирования и др.

В числе барьеров можно отметить отсутствие высокого спроса на цифровые технологии в силу консервативности отрасли, а также необходимости их обязательного применения и одновременной недостаточной осведомленности о преимуществах цифровизации. Многие отечественные строительные компании, в особенности относящиеся к сфере малого и среднего бизнеса, считают вложения в цифровые технологии неоправданными ввиду их высокой стоимости и одновременного наличия возможности дальнейшего использования бумажных аналогов. В данном контексте для изменения ситуации необходимо проводить семинары и конференции по цифровизации, показывать ее эффективность на практических примерах.

На микроуровне отсутствует interoperability (способность системы взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации), что обусловлено как минимальным уровнем стандартизованности механизмов передачи информации, так и негативным отношением ряда руководителей к хранению информации в цифровом формате (часто руководство компаний опасается загрузки данных по строительному проекту на внешние серверы). Для снижения данного барьера нужны четкие требования к компонентам информационных моделей строящихся объектов, к программным интерфейсам обмена данными, объемам и содержанию передаваемой информации, уровням геометрической и атрибутивной проработки компонентов информационных моделей зданий.

Еще одним барьером выступает отсутствие ресурсов для финансирования процесса цифровизации, обусловленное в первую очередь ранее обозначенными нестабильностью строительного рынка и сокращением объемов выполняемых строительных работ при одновременном недостатке действенных мер государственной поддержки. В условиях негативных тенденций развития рынка руководители



строительных компаний прежде всего реализует меры, направленные на получение эффекта в краткосрочной перспективе при минимизации инвестиционных вложений. Цифровая трансформация процессов при этом остается в качестве резервного варианта повышения эффективности.

Наличие отмеченной совокупности барьеров является основной причиной невысоких темпов цифровизации строительной отрасли страны. При этом важно отметить, что базой для возникновения барьеров на микроуровне фактически выступает наличие барьеров, относящихся к макроуровню. В данном контексте важно предусмотреть исключение имеющихся барьеров и формирование благоприятных условий для внедрения цифровых технологий в деятельность отечественных строительных организаций.

### ***Перспективная модель цифровизации отечественной строительной отрасли***

Эффективное внедрение цифровых технологий в работу национальной строительной отрасли требует обязательной проработки комплексного плана цифровизации и ее обобщенной модели. В рамках исследования данная модель имела сжатый вариант, отражающий наиболее важные аспекты: исключение барьеров цифровизации и представление обобщенного процесса внедрения цифровых технологий в работу строительных компаний (рис. 2).

Основу модели цифровизации составляет трехуровневая система базовых элементов, предусматривающая поэтапное обязательное формирование необходимых условий в границах одновременного исключения имеющихся барьеров макросреды. На первом этапе важна проработка

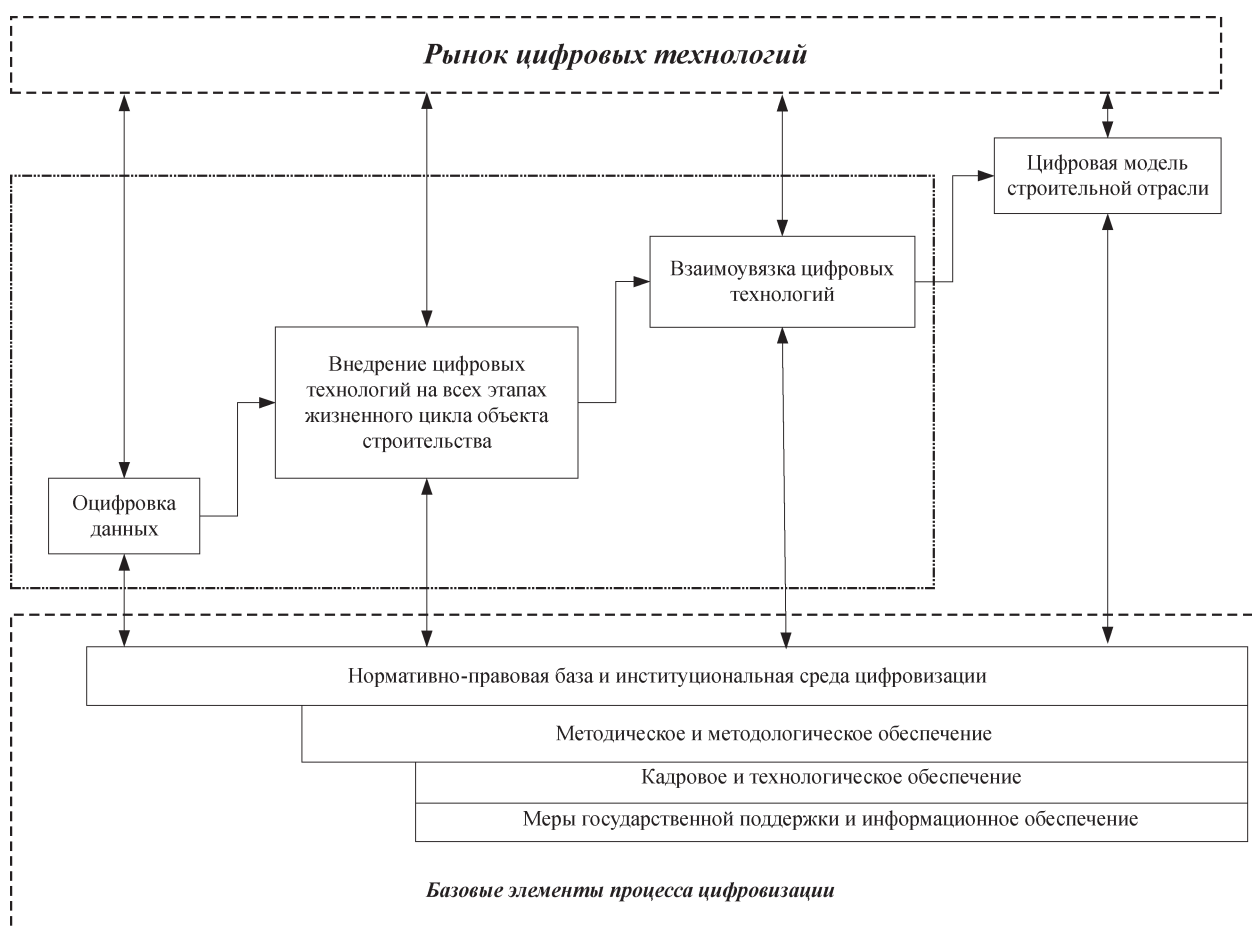


Рис. 2. Цифровизация объектов строительства в границах цифровой модели отечественной строительной отрасли

Источник. Авторская разработка.

нормативно-правовой базы и институциональной среды цифровизации, позволяющей в полной мере применять правовые конструкции к новым отношениям, возникающим между участниками строительного рынка при переходе к его цифровой модели. Кроме формирования базовых основ цифровизации на данном этапе важна одновременная проработка соответствующей нормативно-правовой базы и институциональной среды в границах ЕАЭС. На втором этапе важно обоснование соответствующего методического и методологического обеспечения, без которого невозможно качественное внедрение в работу строительных компаний даже отдельных инструментов оцифровки данных. В начале повсеместного внедрения цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла объекта строительства требуется одновременное кадровое, технологическое и информационное обеспечение, а также осуществление мер государственной поддержки. В совокупно-

сти формирование отмеченных базовых элементов приведет к фактическому исключению барьеров, возникающих на макроуровне, и автоматическому сокращению барьеров, относящихся к микроуровню (отсутствие квалифицированных кадров, пониженный спрос на цифровые технологии и недостаточное ресурсное обеспечение).

Барьер отсутствия интероперабельности, наряду с формированием соответствующих нормативно-правовых основ, будет устранен путем постепенного внедрения цифровых технологий и установления необходимости их взаимоувязки в качестве обязательной стадии цифровизации строительной отрасли. Процесс цифровизации отечественной строительной отрасли фактически отражен на рис. 2 в рамках участка модели, обозначенного штриховым выделением, и детализирован на рис. 3. Как наглядно видно, первой стадией цифровизации выступает полная оцифровка данных, осуществляемая в настоящее время боль-

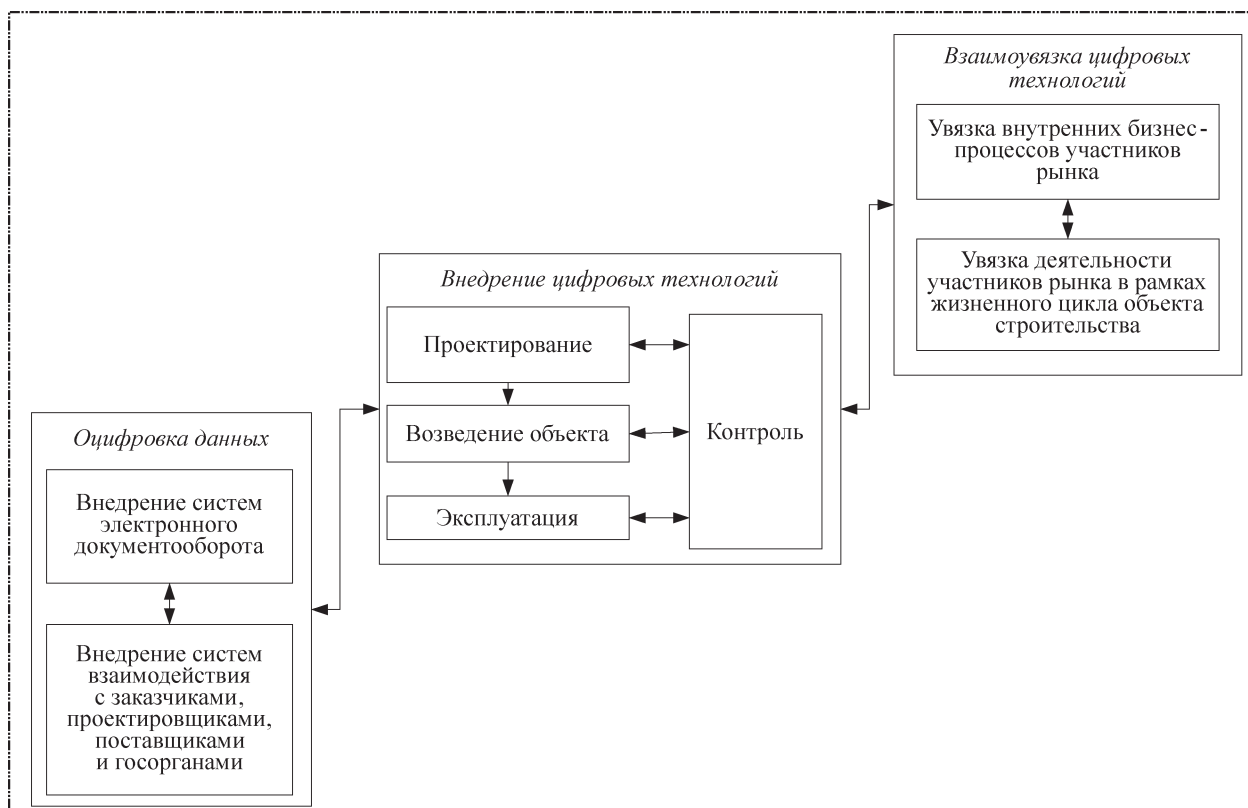


Рис. 3. Децентрализованные элементы цифровизации процессов жизненного цикла объектов строительства

Источник. Авторская разработка.

шинством строительных организаций и реализуемая посредством внедрения систем электронного документооборота, а также систем взаимодействия с заказчиками, проектировщиками, поставщиками и органами государственного управления. Прохождение второй стадии предусматривает внедрение цифровых технологий на всех этапах жизненного цикла объекта строительства, основу которого должно составить использование технологии BIM-моделирования. В результате ее реализации осуществляется внутренняя цифровизация отдельных областей управления строительством в границах конкретных субъектов.

Третья стадия цифровизации предполагает «сшивание» (взаимоувязку) всех цифровых процессов в ходе передачи цифровой модели от одного участника к другому участнику, т. е. построение системы, в рамках которой общие данные на разработку от заказчика поступают проектировщику, затем от проектировщика – к контрольным органам и экспертам, в последующем для организации строительства – к подрядчикам, а по завершении строительства – в эксплуатирующую организацию. Для формирования данного полного варианта цифрового взаимодействия важна первоначальная увязка внутренних бизнес-процессов и последующая увязка деятельности участников рынка в рамках жизненного цикла объекта строительства. При этом в условиях наличия четких требований к компонентам информационных моделей, программным интерфейсам обмена данными, объемам и содержанию передаваемой информации будет обеспечена интероперабельность созданной цифровой модели.

Систематизация результатов проведенного исследования позволяет говорить о наличии на современном этапе развития строительной отрасли Республики Беларусь ряда барьеров, препятствующих ее успешной цифровизации. Данные барьеры затрагивают как область государственного управления в сфере цифровизации (макроуровень), так и поведенческие особенности функционирования строительных организаций (микроуровень). Одновременно обозначенные барьеры имеют общую природу возникновения и обуславливаются в пер-

вую очередь отсутствием комплексной программы цифровизации и конкретных рекомендаций для участников строительного процесса.

Эффективное внедрение цифровых технологий в работу национальной строительной отрасли в данном контексте требует поэтапной проработки каждой области строительства с последующей обязательной взаимоувязкой всех цифровых процессов в рамках жизненного цикла строительных объектов. Предложенная поэтапная цифровизация строительной отрасли позволит осуществить переход на электронное взаимодействие участников инвестиционно-строительного процесса и внедрение интегрированных информационных систем по управлению ресурсами предприятий, т. е. обусловит построение ее цифровой модели. Дальнейшее функционирование отрасли в границах цифровой модели даст возможность сократить сроки возведения объектов строительства, уменьшить стоимость строительства, а также повысить производительность труда и обеспечить повышение уровня добавленной стоимости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

**Борисова Л.А., Исмаилова Ф.Н.** 2018. Перспективные направления цифровизации в строительстве. *УЭПС: управление, экономика, политика, социология*. № 4. С. 8–12. [Borisova L.A., Ismailova F.N. 2018. Perspective Directions of Digitalization in Construction. *UEPS: upravlenie, ekonomika, politika, sotsiologiya*. No 4. PP. 8–12. (In Russ.)]

**Васильева Н.В., Бачуринская И.А.** 2018. Проблемные аспекты цифровизации строительной отрасли. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. № 7. С. 39–46. [Vasilyeva N.V., Bachurinskaya I.A. 2018. Problematic aspects of digitalization of the construction industry. *Vestnik Altayskoy akademii ekonomiki i prava*. No 7. PP. 39–46. (In Russ.)]

**Воронин И.А., Изатов В.А., Пурс Г.А.** 2019. Ценообразование и технология информационного моделирования в строительстве на этапах жизненного цикла строительной продукции. *Строительство и ценообразование*. № 2. С. 3–8. [Voronin I.A., Izatov V.A., Purs G. A. 2019. Pricing and information modeling technology in construction at the stages of the life cycle of construction products. *Stroitel'stvo i tsenoobrazovanie*. No 2. PP. 3–8. (In Russ.)]

**Григорьева Н.А., Брудер И.К., Шульга К.В.** 2022. Теоретические основы оценки эффективности цифровых технологий в строительстве. *Инженерный бизнес*. С. 105–112. [Grigoryeva N.A., Bruder I.K., Shulha K.V. 2022. Theoretical Foundations for Assessing the Efficiency of Digital Technologies in Construction. *Inzhenernyy biznes*. PP. 105–112. (In Russ.)]

**Изагов В.А.** 2020. Отражение цифровой трансформации в автоматизации экономики строительства. *Новая Экономика*. № 1. С. 414–421. [Izatov V.A. 2020. Reflecting digital transformation in the automation of the construction economy. *Novaya Ekonomika*. No 1. PP. 414–421. (In Russ.)]

**Михалькевич Н.М.** 2020. Цифровая трансформация строительной отрасли. *Новая Экономика*. № 1. С. 453–460. [Mikhalkevich N.M. 2020. Digital transformation of the construction industry. *Novaya Ekonomika*. No 1. PP. 453–460. (In Russ.)]

**Сулейманова Л.А., Сапожников П.В., Кривчиков А.Н.** 2022. Цифровизация строительной отрасли как IT-структурирование пирамиды управления процессами. *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. № 4. С. 12–24. [Suleymanova L.A., Sapozhnikov P.V., Krivchikov A.N. 2022. Digitization of the construction industry as IT-structuring of the process management pyramid. *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*. No 4. PP. 12–24. (In Russ.)]

**Травуш В.И.** 2018. Цифровые технологии в строительстве. *Academia. Архитектура и строительство*. № 3. С. 107–117. [Travush V.I. 2018. Digital Technologies in Construction. *Academia. Arhitektura i stroitel'stvo*. No 3. PP. 107–117. (In Russ.)]. DOI: 10.22337/2077-9038-2018-3-100-117

**Gusakova E.** 2018 Development of high-rise buildings: Digitalization of life cycle management. *E3S Web of Conferences* 33, 03063. DOI: 10.1051/e3sconf/20183303063

## KEY BARRIERS AND AN ADVANCED MODEL FOR THE DIGITALIZATION OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Artem Mishchenko<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0000-0002-1216-3443>)

<sup>1</sup> Belarusian State Economic University (Minsk, Belarus).

*Corresponding author:* Artem Mishchenko (6482575@mail.ru).

**ABSTRACT.** The article presents a comprehensive analysis of the practice of using digital technologies in the construction industry of the Republic of Belarus. The main purpose of the study is to substantiate the existing barriers to digitalization of the construction industry of the Republic of Belarus with the development of a model that provides for the creation of the most favorable conditions for the introduction of digital technologies in the work of the domestic construction complex. The methodological basis of the study is a system analysis that combines the principles of macro- and microeconomic approaches to the digitalization process. The result of the study is the formation of a list of digitalization barriers, delimited by the levels of their formation (macro-level and micro-level) and the construction of a promising model for the digitalization of the domestic construction complex (with details of the implementation of relevant technologies).

**KEYWORDS:** building complex, Republic of Belarus, digital technologies, digitalization barriers, digitalization model.

**JEL-code:** L74, O33.

**DOI:** 10.46782/1818-4510-2023-1-104-116

*Received* 15.02.2023

---

In citation: Mishchenko A. 2023. Key barriers and an advanced model for the digitalization of the construction industry. *Belorusskiy ekonomicheskiy zhurnal*. No 1. PP. 104–116. DOI: 10.46782/1818-4510-2023-1-104-116 (In Russ.)

---

