УДК 69.003, 338.1

Вишнивеикая А.И.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: vishniv.alisa@yandex.ru

Аблязов Т.Х.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Санкт-Петербург, e-mail: 3234969@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕПЦИИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ

Ключевые слова: цифровая трансформация, строительные организации, инвестиционно-строительная сфера, цифровые технологии, предпринимательство.

Цифровая трансформация инвестиционно-строительной сферы в настоящее время является одним из направлений формирования цифровой экономики как за рубежом, так и в России. Внедрение цифровых технологий и инноваций в строительстве позволит не только повысить эффективность деятельности инвестиционно-строительных организаций, но и даст организациям новые возможности для повышения своей конкурентоспособности на строительном рынке. В целях разработки механизма интенсификации цифровой трансформации строительства в России необходим анализ различных теоретических подходов к концепции цифровой трансформации, выявление особенностей данного процесса для инвестиционно-строительной деятельности, анализ существующих барьеров для цифровизации строительства и формирование на основе имеющегося практического опыта организационно-экономического механизма цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы. Именно становление концепции цифровой трансформации выступает важным этапом на пути полномасштабного формирования цифровой экономики. Применение цифровых технологий на различных этапах жизненного цикла инвестиционно-строительных проектов выступает основным элементом на пути формирования цифровой платформы в строительстве. В статье проанализированы различные подходы к сущности концепции цифровой трансформации инвестиционно-строительной деятельности, изучена эволюция данной концепции, оценен опыт цифровой трансформации в инвестиционно-строительной сфере. В результате работы выявлены особенности цифровой трансформации инвестиционно-строительной деятельности, рассмотрен процесс цифровой трансформации строительства в зависимости от этапов жизненного цикла проектов, а также сформулированы препятствия успешной реализации данной концепции.

Vishnivetskaya A.I.

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, e-mail: vishniv.alisa@yandex.ru

Ablyazov T.Kh.

Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint-Petersburg, e-mail: 3234969@mail.ru

FEATURES OF THE CONCEPT OF DIGITAL TRANSFORMATION OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION SECTOR

Keywords: digital transformation, construction organizations, investment and construction sector, digital technologies, entrepreneurship.

Digital transformation of the investment and construction sector is currently one of the development trend of the digital economy both abroad and in Russia. The implementation of digital technologies and innovations in construction will not only improve the efficiency of investment and construction activities, but also give organizations new opportunities to increase their competitiveness in the construction market. In order to develop a mechanism for intensifying digital transformation of construction industry in Russia, it is necessary to analyze various theoretical approaches to the concept of digital transformation, identify the features of this process for investment and construction activities, analyze existing barriers to digitalization of construction and form an organizational mechanism for digital transformation of investment and construction industry. It is the establishment of the concept of digital transformation that is an important step towards the full-scale formation of the digital economy. The use of digital technologies at various stages of the life cycle of investment and construction projects is a key element in the formation of a digital platform in construction. The article analyzes various approaches to the essence of the concept of digital transformation of investment and construction activities, studies the evolution of this concept and defines the experience of digital transformation in the investment and construction sphere. As a result, features of digital transformation of investment and construction activities were identified, the process of digital transformation of construction was considered depending on the stages of the project life cycle, and obstacles to the successful implementation of the concept were formulated.

Введение

Цифровая трансформация в строительстве в настоящее время является одним из главных факторов повышения конкурентоспособности строительных организаций. Городское население ежедневно увеличивается на 200 000 человек в день и требуется обеспечить его не только качественным и доступным жильем, но объектами инфраструктуры [1]. Цифровая трансформация инвестиционно-строительной сферы имеет влияние на многие аспекты жизнедеятельности общества: сокращает затраты на строительство, повышает эффективность деятельности строительных организаций, сокращает негативное влияние строительства на окружающую среду и повышает темпы экономического развития как на уровне отдельных регионов и стран, так и на мировом уровне.

На строительную отрасль приходится около 6% мирового ВВП [2], в частности, в развитых странах на строительство приходится 5% ВВП, в развивающихся – до 8% ВВП. К 2025 г. планируется рост общего годового дохода строительных организаций до 15 трлн долл. США с 10 трлн долл. США в 2015 г. [3]. Уже сейчас более 100 млн человек в мире заняты в строительной сфере [4].

Строительные организации обладают высоким потенциалом внедрения цифровых технологий, а значит, имеют возможность повысить производительность труда и увеличить эффективность своей деятельности. За рубежом в строительной сфере активно применяются современные цифровые технологии, в то время как российские строительные организации находятся только на начальном этапе цифровой трансформации. Строительные организации в полной мере не используют все возможности цифровой трансформации, в то время как другие отрасли значительно преуспели во внедрении цифровых технологий в повседневную практику ведения предпринимательской деятельности. Отсутствие налаженного сотрудничества с поставщиками и подрядчиками, сложности в подборе квалифицированного персонала, отсутствие системы передачи информации от проекта к проекту – всё это лишь некоторые проблемы,

с которыми сталкиваются строительные организации и которые могут быть решены путем цифровой трансформации.

Концепция цифровой трансформации

Использование цифровых технологий влияет не только на характеристики продукта, предоставляемого организацией, но и формирует принципиально новые бизнес-модели, создавая цифровые экосистемы, в рамках которых трансформируются все процессы ведения предпринимательской деятельности, от формирования стоимости продукции до послепродажного обслуживания клиентов.

Тем не менее в сфере строительства до сих пор отсутствует последовательный и всеобъемлющий подход к цифровой трансформации организаций. Несмотря на инвестиции в инновационные технологии, строительные организации только частично используют цифровой потенциал компании, что не позволяет провести фундаментальное преобразование всей отрасли.

Изначально авторы, такие как Патель и Маккарти, основное внимание при исследовании цифровой трансформации организаций уделяли таким областям, как электронная коммерция, цифровой маркетинг и цифровая грамотность персонала [5]. Распространенным определением является следующее: цифровая трансформация — изменения во всех аспектах жизни населения, вызываемые цифровыми технологиями [6].

Строительные организации зачастую рассматривают цифровую трансформацию как внедрение тех или иных цифровых технологий в процесс производства работ, что не предполагает создания новых бизнес-моделей и структурных усовершенствований на всех этапах формирования стоимости продукции [7]. В результате организации инвестируют в технологическое развитие, однако не получают максимально возможного эффекта от внедрения цифровых технологий: отсутствие целенаправленности при цифровой трансформации представляет собой управленческую проблему и требует более глубокого понимания цифровых бизнес-стратегий организации [8]. По мнению ученых [9], в целях эффективной цифровой трансформации строительным организациям необходима разработка цифровых стратегий, охватывающих вопросы управления в организации для обеспечения скоординированных действий в направлении роста цифрового потенциала компании.

Цифровая трансформация ставляет собой новую возможность поэффективности деятельновышения сти строительных организаций за счет непрерывного внесения улучшений в весь процесс формирования стоимости продукции, а не только за счет переоценки положения компании в цепочке производства и реализации продукции, работ и услуг. Цифровая трансформация требует основы, в качестве которой выступает цифровая стратегия организации, главной целью которой, в отличие от прочих стратегий компании, является приспособление организации к современным цифровым условиям, что выражается в комплексном подходе к совершенствованию компании, направленном как на внутренние процессы организации, так и на механизмы её взаимодействия с внешней средой.

Зарубежные ученые, Берман С.Дж. и Бель Р. из IBM Institute for Business Value, выделили три этапа эволюции цифровой трансформации организаций (рис. 1).

В конце XX в. цифровая трансформация происходила в организациях, предоставляющих цифровые продукты, как правило в сфере развлечений, музыки, электроники и телекоммуникаций. В 2000-е гг. процесс трансформации перешел в сферу электронной розничной торговли и постоянно возрастающий спрос со стороны населения на услуги компаний, применяющих в своей деятельности цифровые технологии, стимулировал развитие государственного регулирования в сфере использования современных технологий. К 2010 г. начался процесс полноценной цифровой трансформации организаций, однако компании строительной сферы за счет специфики предоставляемых и продуктов и сложности координации деятельности различных участников инвестиционно-строительных проектов позже других отраслей встали на путь цифровых преобразований. Изменения за счет цифровой трансформации отдельных строительных организаций ведут к трансформации отрасли, что вызывает более активное внедрение цифровых технологий не только компаниями-лидерами, но и другими участниками строительного рынка, так как поддержание конкурентоспособности станет возможным только при условии успешной цифровой трансформации.

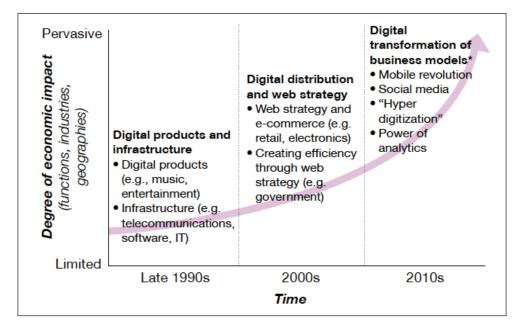


Рис. 1. Эволюция цифровой трансформации организаций [1]

В целом цифровая трансформация в различных отраслях, включая строительство, направлена на формирование у организации способности к постоянному преобразованию своих процессов на основе внедрения цифровых технологий. Реализация цифровой стратегии может включать использование инновационных технологий, которые только косвенно связаны с основной деятельностью организации [7, 10]. Данные мероприятия могут быть обеспечены за счет деятельности так называемых интрапренеров - сотрудников организации, имеющих полномочия и ресурсы для разработки новых продуктов и услуг в рамках существующей организации. Развитие такого подхода к цифровой трансформации организации зависит от открытости системы обмена знаниями в компании, её корпоративной культуры, инновационного потенциала и организационной структуры [11, 12].

Данный вид «предпринимательства внутри организации» (intrapreneur образовано из приставки «intra» (внутри) и сокращения от «entrepreneur»-предприниматель) является важным источником инноваций в сложившихся организациях, а также способствует обновлению компании за счет нового видения её деятельности [11, 13]. Реализация данного подхода может выступать элементом цифровой стратегии организации, так как на современном этапе трансформации отраслей всё большее внимание уделяется не только техноло-

гическим аспектам внедрения цифровых технологий, но и организационному, кадровому развитию компаний.

Активное развитие цифровых технологий снижает значимость материальных активов в процессе формирования стоимости продукции и использование цифровых инноваций становится важным условием эффективной деятельности всех компаний, даже тех, продукт которых мало поддается цифровизации, что характерно для строительной сферы [7, 14, 15]. Обобщение различных точек зрения на цифровую трансформацию организаций позволяет сделать вывод, что данное понятие подразумевает адаптацию к неизбежному в настоящее время воздействию цифровых технологий и их внедрение как во внутренние процессы организации, так и их использование в механизмах внешнего взаимодействия.

Цифровая трансформация организаций приводит к фундаментальным изменениям в процессе формирования стоимости продукции [9], что находит отражение в появлении новых бизнесмоделей (рис. 2).

Строительное производство опирается на традиционную модель создания прибавленной стоимости посредством последовательных мероприятий в рамках границ организации [17]. В данной модели с ростом объемов реализации сокращаются средние затраты, что в перспективе приводит к экономии на эффекте масштаба производства.

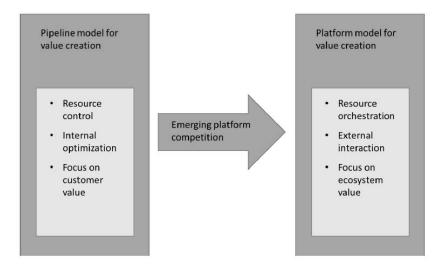


Рис. 2. Цифровая трансформация бизнес-моделей организаций [16]

Строительные организации в большей степени ориентированы на конкурентоспособность продукции, в то время как в условиях цифровой экономики необходим контроль за совокупностью всех процессов внутри компании в целях эффективного использования потенциала организации.

В результате цифровой трансформации отраслей появляются новые бизнес-модели, основанные на различных платформах, соединяющих множество участников рынка. В дальнейшем развитие цифровых платформ приведет к формированию широких и независимых бизнес-экосистем [16]. В строительной сфере аналоги цифровых платформ существуют давно (выставки строительных организаций, конференции профессионального сообщества), однако данные способы взаимодействия в полной мере не соответствуют требованиям, предъявляемым к современным организациям. Цифровые платформы позво-

ляют объединять значительное количество потенциальных контрагентов и покупателей, что способствует не только трансформации деятельности отдельных организаций, но и формированию полноценной цифровой экосистемы в строительной отрасли.

Особенности цифровой трансформации на различных этапах жизненного цикла объектов строительства

Практической основой цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы являются различные цифровые инструменты и системы, внедряемые в деятельность компаний (рис. 3).

К 2021 г. глобальный рынок цифровых трансформаций увеличится до 430 млрд долл. США, средний темпроста составит более 19% (включая услуги, аппаратное и программное обеспечение) [19].

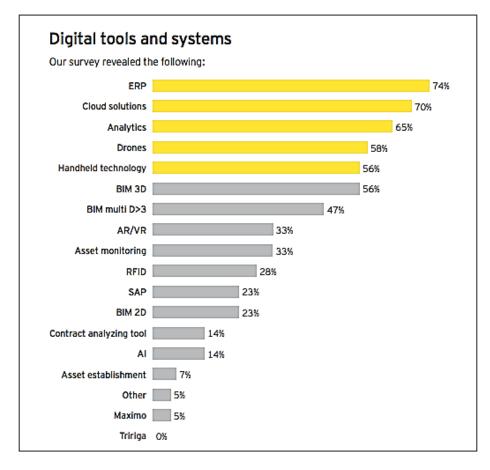


Рис. 3. Цифровые инструменты строительных организаций [18]

Исследование компании Ernst&Young организаций строительной сферы Северной Америки, Европы и стран Тихоокеанского региона с общей выручкой более 500 млрд долл. США позволило цифровую трансформацию с точки зрения различных участников инвестиционно-строительной деятельности: девелоперов, генеральных подрядчиков, поставщиков строительных материалов и оборудования, проектировщиков, дизайнеров, разработчиков и др. Исследование проводилось по нескольким направлениям цифрового развития организаций: цифровая стратегия, цифровая трансформация лидера и команды; поддержка и развитие инновации; цифровые инструменты и системы; информационная безопасность. Результаты опроса говорят о том, что 95% строительных организаций считают цифровую трансформацию важным элементом для будущей жизнеспособности компании, хотя программу цифровой трансформации имеют только 25% респондентов. Более того, 2/3 строительных организаций тратят менее 1% от оборота на исследования и разработки [18].

В настоящее время основой цифровой трансформации строительства выступает распространение технологий информационного моделирования (ВІМ), с помощью которых уже при проектировании могут быть получены первые положительные результаты цифровой трансформации организации, хотя наибольшая выгода достигается за счет применения данных технологий на этапах строительства и эксплуатации объектов. Основными инновациями на этапе проектирования объектов строительства являются:

1. Одновременное проектирование несколькими группами специалистов. Данная технология реализуется через применение информационного моделирования, с помощью которого архитекторы, инженеры и другие участники инвестиционно-строительного процесса могут создавать свою часть проекта, при этом еще на этапе формирования проекта выявляя несогласованности различных систем. Примером данной цифровой технологии выступает строительство подземной железнодорожной линии Crossrail в Лондоне: в ходе реали-

зации проекта более 1,7 млн документов формата САD было объединено в единую цифровую модель, что позволило согласовать действия еще при проектировании, несмотря на сложность и масштабность проекта [20].

- 2. Перевод физических структур в область цифровых данных. Технологии цифрового картографирования территории и трехмерного лазерного сканирования могут использоваться как при реконструкции существующих объектов, так и при разработке проектов нового строительства. Данные технологии повышают точность измерения, что ведет к экономии затрат и повышению рентабельности инвестиционно-строительных проектов.
- 3. Проектирование на основе анализа данных. Аналитика больших данных (big data) позволяет совершенствовать инвестиционно-строительный проект за счет сбора информации из множества источников: опросов населения и сотрудников, видео с камер наблюдения, отчетов о транспортных потоках и пр. Подобный анализ дает возможность предусмотреть различные несовершенства имеющегося проекта и внести корректировки до того, как начнется строительство объекта.
- 4. Моделирование и создание прототипов. Использование 3D-печати и моделирования на основе голографических технологий значительно упрощают процесс визуализации объектов. Так, при возобновлении строительства Sagrada Família в Барселоне были разработаны гипсовые 3D-модели сложных архитектурных элементов, что позволило предусмотреть неточности на дальнейших этапах реализации проекта.
- 5. Проектирование с использованием метода последовательных приближений. Итеративные разработки, наряду с внедрением ВІМ, позволяют автоматически создавать и оценивать альтернативные варианты проектных решений, повышая точность стоимостной оценки, что делает проект более совершенным с различных точек зрения. Примером применения итеративных разработок является внедрение системы анализа энергоэффективности проекта реновации отеля компаниями Sera Architects и Hoffman Construction, что на 30% сократило потребление электроэнергии при строительстве и на 29%

сократило затраты на поддержание экологической устойчивости [20].

Завершив проектирование, организация переходит к этапу строительства объекта, на котором могут быть применены следующие цифровые технологии:

- 1. Обмен данными в режиме реального времени. Важной задачей на этапе строительства является обеспечение всех участников инвестиционно-строительной деятельности актуальной, нужной именно им информацией. Внедрение «облачных» систем информационного моделирования позволяет наладить эффективную координацию при реализации инвестиционно-строительных проектов. Так, при возведении несущей стальной конструкции на стадионе Вашингтон Нэшионалс в США количество уточняющих запросов не достигло и 100, в то время как для сопоставимого проекта без использования BIM количество запросов достигает 10 000 [20].
- 2. Организация процесса производства работ на основе анализа данных и с учетом экономичного расхода ресурсов. В целях рационального распределения ресурсов и составления оптимального графика производства работ строительные организации могут провести анализ данных прошлых проектов и воспользоваться системами отслеживания местонахождения необходимых ресурсов (материалов, оборудования, рабочей силы). Результатом является сокращение непроизводительных затрат на ожидание доставки материалов, простои оборудования и пр., что позволит более эффективно использовать ограниченные ресурсы. Примером внедрения данных цифровых технологий является строительная организация Fluor, которая за счет оптимальной организации работ и поставок сэкономила 700 млн долл. США в ходе реализации 100 инвестиционно-строительных проектов [20].
- 3. Новые способы производства строительной продукции. За счет наличия подробной виртуальной модели объекта процесс возведения может быть произведен с помощью технологий трехмерной печати, что позволяет не только сократить потери времени из-за невозможности производства работ в неблагоприятных погодных условиях или из-за нарушения последовательности

- процесса строительства, но и создает предпосылки для сокращения издержек, увеличения материальной отдачи и повышения безопасности труда на строительной площадке. Создание прототипов конструкций с большой массой также может быть использовано в целях определения оптимальных способов их транспортировки и монтажа.
- 4. Автоматизированное и автономное строительство. Роботы и другая «умная» техника повышают производительность, точность и безопасность производства строительных работ. Развитие системы дистанционного управления строительной техникой ведет к тому, что наиболее сложные и опасные задачи будут выполняться с помощью полуавтономного или полностью автономного оборудования (экскаваторов, самосвалов, автокранов). Японский производитель оборудования Komatsu уже разработал полностью автоматизированный бульдозер, управляемый дроном, а также отображающий в режиме реального времени разрабатываемую площадь и передающий информацию об объеме камней или грунта для перемещения [20].
- 5. Строгий надзор за процессом строительства. Цифровые технологии позволяют проводить полномасштабный контроль за ходом строительных работ. В целях снижения количества изменений в проект применяется трехмерное лазерное сканирование на всех этапах строительства. Дроны и удаленные камеры наблюдения проводят постоянный мониторинг строительной площадки, а интегрированные средства обработки и передачи информации собирают множество данных, например, о расходе топлива строительных машин и механизмов, позволяя эффективно управлять процессом реализации инвестиционностроительного проекта.

Собранная на этапах проектирования и строительства информация может быть использована при эксплуатации объекта через применение следующих цифровых технологий:

1. Применение ВІМ при обслуживании объекта. Информационная модель служит хранилищем информации, собранной на предыдущих этапах жизненного цикла объекта, а также подлежит уточнению и дополнению в ходе эксплу-

атации. Опыт японской строительной организации NTT Facilities показал, что внедрение BIM в процесс эксплуатации зданий, включая его ремонт, позволяет сократить расходы на обслуживание на 20% [20].

- 2. Цифровой ввод в эксплуатацию. Цифровые технологии и устройства могут значительно упростить процесс ввода объекта строительства в эксплуатацию за счет быстрого сбора информации и её передаче другим участникам инвестиционно-строительного процесса. Данные об объекте также могут быть использованы до ввода в эксплуатацию для выявления недоработок.
- 3. «Умное» управление объектом. За счет объединения данных, полученных из множества источников, может быть повышена эффективность деятельности построенного промышленного объекта. BDS VirCon совместно с IBM разработала систему технического обслуживания предприятий с использованием технологий дополненной реальности, что позволило одновременно отслеживать как фактические производственные процессы, так и скрытые возможности их совершенствования [20].
- 4. Цифровой мониторинг объекта. Организации могут непрерывно контролировать процесс эксплуатации объекта с помощью сенсоров, камер, сканеров и других цифровых технологий, предоставляющих информацию в режиме реального времени. Снижается потребность в контрольных выездах, повышается точность оценки состояния объекта, уменьшается вероятность внезапных сбоев инженерных систем, что ведет к сокращению затрат. Исследователи Ратгерского университета (США) предложили полностью автоматизированное устройство для обнаружения повреждений в конструкциях мостов, что повышает качество ремонта и модернизации подобных сложных объектов [20].
- 5. Упрощение процесса сноса объекта. Накопленная информация об объекте строительства позволяет спрогнозировать последствия его сноса, включая требования к утилизации отходов.

Заключение

Таким образом, именно интенсификация цифровой трансформации вы-

ступает важным условием поддержания и повышения конкурентоспособности инвестиционно-строительной сферы не только в России, но за рубежом. Исследования показывают, что цифровая трансформация идет по пути автоматизации процесса производства строительных работ, в то время как области логистики, закупок, маркетинга и послепродажного обслуживания в значительной степени остаются без полноценной цифровой трансформации (рис. 4).

В результате исследования Ernst & Young [18] были выявлены следующие препятствия эффективной цифровой трансформации инвестиционно-строительной сферы:

- 1. Нехватка согласованности между применяемыми информационными системами.
- 2. Нехватка квалифицированного персонала, способного воспринять цифровую трансформацию и использовать цифровые технологии в своей профессиональной деятельности.
- 3. Трудности непосредственно с приобретением и внедрением цифровых технологий.
- 4. Консервативность персонала и руководства, строительных организаций, не стремящихся к цифровой трансформации.
- 5. Нежелание покупателей платить дополнительные расходы, связанные с внедрением цифровых технологий.

Вышеперечисленные проблемы цифровой трансформации воздействуют одновременно и не являются последовательными явлениями, возникающими в ходе реализации цифровой стратегии. Более того, данные барьеры для успешной цифровой трансформации не могут существовать изолированно друг от друга, так как все они взаимосвязаны и являются частями единой динамичной среды, в рамках которой проводится цифровая трансформация.

В настоящее время мировая строительная отрасль проходит через процесс серьезной трансформации, связанный с отказом от традиционных методов проектирования и строительства с обращением проектной информации в бумажном виде в пользу инновационных способов реализации проектов.

WHICH AREAS HAVE THE MOST TO GAIN FROM DIGITIZATION?

Our survey shows that construction industry players do not see potential for digitization in all areas.

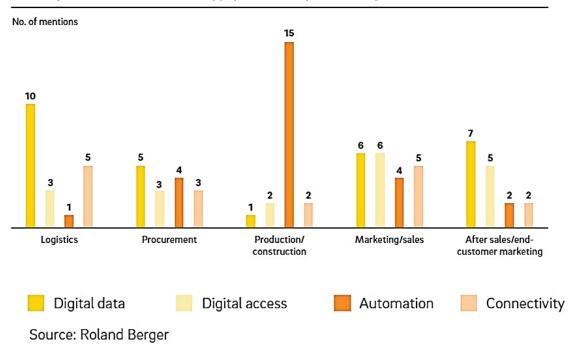


Рис. 4. Области применения цифровых технологий в строительной сфере [21]

Строительные проекты по своему характеру являются чрезвычайно информационно насыщенными. Их растущая сложность, отсутствие необходимой информации для принятия решений в нужное время, нарастающее давление по срокам в условиях традиционных методов их реализации отчасти объясняют низкую эффективность отрасли в целом.

Основываясь на опросах, опубликованных в 2016 г. [22, 23, 24], можно сделать некоторые выводы относительно основных применяемых строительными организациями цифровых технологиях, которые получат свое дальнейшее развитие в ближайшие десятилетия:

- 1. Совершенствование информационного моделирования.
- 2. Применение роботов и дронов в целях повышения безопасности на строительной площадке.
- 3. Полномасштабная визуализация процесса строительства и развитие технологий виртуальной реальности.
- 4. Распространение Интернета вещей, формирование больших данных.
- 5. Применение инновационных строительных материалов (в сферах жилищ-

ного, дорожного, промышленного и др. строительства).

6. 3D-печать зданий и сооружений.

Цифровая трансформация заключается не в инвестировании в технологии, а в разработке и применении цифровой стратегии, позволяющей использовать возможности, предоставляемые развитием современных цифровых технологий. Исключительно наличие цифровой стратегии не обеспечивает цифровую трансформацию, в дополнение к ней требуются инвестиции в организационное и кадровое развитие строительной сферы.

На современном этапе развития экономики лидерство в конкурентной борьбе в значительной степени определяется не технологическим превосходством, а эффективной цифровой стратегией, с помощью которой проводится цифровая трансформация. Отсутствие согласованной цифровой стратегии, в которой определены приоритеты для деятельности компании, является одним из препятствий успешной цифровой трансформации всей инвестиционностроительной сферы.

Библиографический список

- 1. Berman S.J., Bell R. Digital transformation: Creating new business models where digital meets physical // IBM Institute for Business Value, 2011. – P. 1-17.
- 2. World Development Indicators. World Bank. 2015. URL: http://data.worldbank.org/data-catalog/ world-development-indicators (дата обращения: 13.11.2018)
 - 3. Digitization in the construction industry. Roland Berger Survey, 2016. P. 1-15.
 - 4. Global Construction 2025. Global Construction Perspectives and Oxford Economics, 2013.
- 5. Patel K., McCarthy M.P. Digital Transformation: The Essentials of E-Business Leadership. Mc-Graw-Hill Professional, 2000.
- 6. Kaplan B., Truex D.P., Wastell D., Wood-Harper A.T., DeGross, J.I. Information systems research: Relevant theory and informed practice. IFIP Advances in Information and Communication Technology, 2006. - Vol. 143.
- 7. Hanelt A., Piccinini E., Gregory R.W., Hildebrandt B., Kolbe L.M. Digital Transformation of Primarily Physical Industries-Exploring the Impact of Digital Trends on Business Models of Automobile Manufacturers. Wirtschaftsinformatik, 2015. – P. 1313-1327.
- 8. Mithas S., Tafti A., Mitchell W. How a Firm's Competitive Environment and Digital Strategic Posture Influence Digital Business Strategy. MIS quarterly, 2013. – Vol. 37. – № 2.
- 9. Matt C., Hess T., Benlian A. Digital transformation strategies // Business & Information Systems Engineering. 2015. Vol. 57. № 5. P. 339-343.

 10. Lenka S., Parida V., Wincent J. Digitalization Capabilities as Enablers of Value Co-Creation in
- Servitizing Firms // Psychology & Marketing. 2017. Vol. 34. № 1. P. 92-100. 11. Benitez-Amado J., Llorens-Montes F.J., Nieves Perez-Arostegui M. Information technology-enabled intrapreneurship culture and firm performance // Industrial Management & Data Systems. – 2010. – Vol. 110. – $N_{2} = 4. - P. 550-566.$
- 12. Christensen K.S. Enabling intrapreneurship: the case of a knowledge-intensive industrial company // European Journal of Innovation Management. – 2005. – Vol. 8. – № 3. – P. 305-322.
- 13. Menzel H.C., Aaltio I., Ulijn J.M. On the way to creativity: Engineers as intrapreneurs in organizations // Technovation. 2007. Vol. 27. № 12. P. 732-743.

 14. Kowalkowski C., Kindström D., Gebauer H. ICT as a catalyst for service business orientation //
- Journal of Business & Industrial Marketing. 2013. Vol. 28. № 6. P. 506-513.
- 15. Setia P., Venkatesh V., Joglekar S. Leveraging digital technologies: How information quality leads to localized capabilities and customer service performance // MIS Quarterly. – 2013. – Vol. 37. – № 2. 16. El Sawy O.A., Pereira F. VISOR: A Unified Framework for Business Modeling in the Evolving
- Digital Space // Business Modelling in the Dynamic Digital Space. 2013. P. 21-35.
- 17. Van Alstyne M.W., Parker G.G., Choudary S.P. Pipelines, platforms, and the new rules of strategy // Harvard Business Review. – 2016. – Vol. 94. – № 4. – P. 54-62.
- 18. How are engineering and construction companies adapting digital to their businesses. Ernst&Young,
- 19. Digital Transformation Market (Cloud Computing, Big Data, Mobility, & Social Media) for Banking and Financial Services, Telecom and IT, Healthcare, Government, Automotive, Government, Manufacturing and Retails and Other application: Global Industry Perspective, Comprehensive Analysis and Forecast, 2015-2021 // Zion Research. – 2016. – P. 1-110.
- 20. Gerbert F., Castagnino S., Rothballer A., Filitz R. Digital in Engineering and Construction // The Boston Consulting Group. – 2016. – P. 1-18.
 - 21. Digitization in the construction industry // Roland Berger Survey. 2016. P. 1-15.
- 22. Jackson F. Ten ways we are changing the way we build. 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://raconteur.net/business/ten-ways-weare-changing-the-way-we-build (дата обращения: 13.11.2018).
- 23. Peiffer E. 10 construction industry trends to watch in 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://www.constructiondive.com/news/10-construction-industry-trends-to-watchin-2016/411402/ (дата обращения: 13.11.2018).
- 24. Peiffer E. 3 concepts that will shape the future of construction. 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://www.constructiondive.com/news/3-concepts-that-will-shape-the-future-of-construction/417049/ (дата обращения: 13.11.2018).