

УДК 338.2:004.9

¹*А.Б. Моттаева*, ²*И.Д. Кочетков*

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва,
email: doptaganka@yandex.ru

²Московский государственный строительный университет, Москва

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ НА РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Ключевые слова: цифровая модернизация, цифровая трансформация, цифровые технологии, цифровизация строительства, объекты капитального строительства, системы автоматизированного проектирования, бизнес-архитектура, архитектура приложений, архитектура данных, техническая архитектура.

В статье рассматривается природа цифровой модернизации, значимость, приносимая цифровизацией, трудности и проблемы цифровой трансформации строительных предприятий. Описываются ключевые процессы цифровой модернизации строительных предприятий. Предлагается использование трех принципов развития – «тройная дверь», через которую цифровая трансформация должна прорваться. Анализируются возможности и проблемы, с которыми сталкивается цифровая модернизация строительной отрасли, изучается значение цифровой трансформации как единственного способа модернизации строительной отрасли. В целях развития цифровой экономики в крупных городах предоставлены авторские рекомендации преобразования развития строительной отрасли.

¹*A.B. Mottaeva*, ²*I.D. Kochetkov*

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
email: doptaganka@yandex.ru

²Moscow State University, Moscow

THE IMPACT OF DIGITAL MODERNIZATION ON THE DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Keywords: digital modernization, digital transformation, digital technologies, digitalization of construction, capital construction facilities, computer-aided design systems, business architecture, application architecture, data architecture, technical architecture.

This article examines the nature of digital modernization, the importance brought by digitalization, the difficulties and problems of digital transformation of construction enterprises, etc. The key processes of digital modernization of construction enterprises are described and a “triple door” is proposed through which digital transformation should break through. The possibilities and problems faced by the digital modernization of the construction industry are analyzed, and the significance of digital transformation as the only way to modernize the construction industry is studied. Some recommendations are provided for transforming the development of the construction industry to help build a digital economy in large cities.

В последние годы технологические инновации привели к трансформации и модернизации строительной отрасли. Это связано с тем, что цифровизация меняет мир каждый день. Благодаря данному процессу реализованы мобильные платежи, онлайн-больницы, воздушные классы, интеллектуальные путешествия и т.д. Цифровизация стала еще одним важным ресурсом развития после «земли, капитала и талантов» [3, с. 4–11].

В настоящее время сверхсвязанные инфраструктуры, такие как транспорт, аэропорты и порты, энергетические трубопроводы, информационные и интеллекту-

альные сети позволяют регионам и организациям формировать автономную цепочку поставок, не зависящую от расстояния. Внедрены в практику технологии: облачные вычисления, большие данные, интернет вещей, искусственный интеллект, повышение квалификации в виртуальной реальности и т.д. [3, с. 4–11]

Цифровая модернизация – это общая тенденция и неизбежный процесс исторического развития, это не только “концепция новой технологии”, но и “бизнес-концепция”. Способствуя технологической эволюции, она также углубляет экономические и социальные изменения.

Цифровая трансформация – это трансформация высокого уровня, основанная на цифровой модернизации, которая еще больше затрагивает основной бизнес компании и направлена на создание новой бизнес-модели [6, с.107]. Цифровая трансформация – это развитие цифровых технологий и возможностей поддержки для создания динамичной цифровой бизнес-модели.

Цифровая трансформация показывает, что успеха можно достичь только тогда, когда компании проводят систематическое, тщательное (или крупное и полное) переосмысление своего бизнеса – не только ИТ, но и всех аспектов организационной деятельности, процессов, бизнес-моделей и возможностей сотрудников [6, с.117]. Информационные технологии активно внедряются во все аспекты маркетинга и менеджмента, цифровизация используется для повышения производительности и действенности сотрудников.

С быстрым развитием нашей страны статус строительной отрасли в политике, экономике и жизни становится все более заметным и важным, и это необходимо для повышения уровня национальной инфраструктуры и удовлетворения стремления людей к лучшей жизни [5, с.936].

Цель исследования

Провести комплексный анализ внедрения цифровой модернизации в управление строительством. Конкретизировать актуальность и перспективные направления цифровой модернизации в строительной отрасли России.

Материалы и методы исследования

При выполнении исследования были использованы: труды ведущих российских и зарубежных ученых данной предметной области, научно-методические основы перехода к цифровой экономике, в том числе в строительстве. Авторами использованы как общенаучные, так и специальные исследовательские подходы и методы.

Результаты исследования и их обсуждение

Непрерывное увеличение масштабов строительных предприятий и не-

прерывное увеличение объема бизнеса открыли много возможностей для строительных предприятий. В то же время экстенсивная модель управления больше не может соответствовать текущему развитию строительной отрасли, поэтому цифровая трансформация является основным методом и средством для строительной отрасли для улучшения качества и поддержания устойчивого развития. Строительная отрасль нашей страны должна постепенно переходить в направлении цифровизации, постоянно оптимизировать и внедрять инновации во внутреннюю экономическую структуру предприятий и трансформировать традиционный путь развития.

Прежде всего, государство оказало мощную поддержку цифровым технологиям – оно не только оказало значительную политическую поддержку, но и увеличило свои инвестиции в ИТ, обеспечив прочную финансовую основу и гарантию для исследований и разработок цифровых технологий.

В 2017 году в рамках Стратегии развития информационного общества была принята государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации», которая предусматривает использование цифровых технологий во всех сферах деятельности [1].

Цифровая модернизация отдельных процессов, связанных со строительством, началась достаточно давно, но до сих пор ее охват остался неравномерным. Первые цифровые инструменты были внедрены в строительную отрасль десятилетия назад, когда компьютер и системы автоматизированного проектирования (САПР) заменили архитекторам и инженерам-проектировщикам кульман: первая версия AutoCAD была выпущена в далеком 1982 году [2, с.2].

С тех пор вышло более 30 релизов, произошло переосмысление и переход от концепции «цифровой чертежной доски» к методу информационного моделирования, появились и получили развитие новые программные комплексы, в том числе отечественных вендоров. То есть проектирование и подготовка документации «оцифрованы» достаточно заметно, но это лишь один аспект строительства [2, с.2].

Тем не менее, нынешний уровень проникновения информационных технологий в сам процесс управления строительством, эксплуатацию и техническое обслуживание зданий все еще нуждается в срочном улучшении и обладает наибольшим потенциалом и перспективами развития.

В будущем, когда спрос на строительные данные станет более совершенным, BIM, как базовая технология строительной отрасли, будет сочетаться с новыми цифровыми технологиями, такими как облачные вычисления и интеллектуальная миграция, чтобы стимулировать строительную отрасль к достижению цифровой трансформации на протяжении всего жизненного цикла и к полному накоплению отраслевых данных на этапе развития цифрового интеллекта для дальнейшей реализации глубокой интеграции информации и бизнеса [4, с. 25-38].

В 2022 году объем производства строительной отрасли в РФ составил 21% от валового внутреннего продукта страны, которая является одной из основных отраслей России. Однако общий уровень цифровой модернизации строительной отрасли относительно отсталый. Согласно исследованию распределения степени цифровизации предприятий реального сектора экономики, степень строительной отрасли занимает предпоследнее место [4, с. 25-38].

Строительной отрасли срочно необходимо перейти к высококачественному устойчивому развитию: высокая производительность, низкая рентабельность и низкая операционная эффективность традиционной строительной отрасли серьезно ограничивают высококачественное развитие строительной отрасли [4, с.25-38].

В прошлом рост производительности строительных предприятий был в основном обусловлен национальной макроэкономической политикой и инвестициями в основной капитал. Режим развития страны показал модель крупномасштабного расширения, которая опиралась на непрерывные инвестиции в человеческие и производственные ресурсы.

Однако в условиях политического регулирования и последствий пандемии в последние годы темпы роста про-

изводственной стоимости строительной отрасли постепенно замедлились, и застройщики сталкиваются с все более жесткой конкуренцией, им срочно необходимо приспособиться к модели бережливого управления.

В настоящее время цифровая модернизация является насущной потребностью строительных предприятий, и это единственный способ для предприятий повысить эффективность и действенность, реализовать усовершенствованное управление [7, с.208]. Строительные предприятия должны воспользоваться этой тенденцией, чтобы цифровые аспекты действительно достигли высококачественного развития.

Таким образом, цифровая модернизация строительных предприятий – это не только технологическая, но и когнитивная революция. Это также революция в образе мышления и бизнес-модели. Это глубокий и системный процесс. Цифровая модернизация корпоративной стратегии, организации и функционирования – это, в конечном счете, системная перестройка и инновационная системная инженерия.

Цифровая модернизация стала неизбежной тенденцией в строительной отрасли в будущем. Судя по текущему состоянию развития строительной отрасли, цифровая трансформация предприятий может начаться с пяти основных процессов:

1) Информатизация управления бизнесом – это первый этап цифрового развития, он основан на стандартизации управления предприятием и системы управления бизнесом и призван подчеркнуть информационную связь между различными бизнес-системами [7, с.209-218]. Превратить бизнес предприятия в органичное целое возможно посредством:

- замены бизнес-процессов и построения стандартизации;
- внедрения информационных технологий во все аспекты управления бизнесом;
- обмена информацией через стандартизированные процессы среди всех уровней, отделов и должностей на предприятии. Это позволит обеспечить эффективность работы и снижение операционных рисков.

2) Цифровизация технологических операций – использование цифровых технологий для достижения целей функционирования и управления предприятиями с интеграцией промышленности, казначейства и налогообложения.

3) Интеллектуальное построение проекта – в процессе генерального подряда и строительства проектов, а также управления строительством проектов цифровые технологии используются для повышения эффективности работы людей, машин, материалов, методов и окружающей среды, сокращения сроков строительства, снижения затрат на строительство, улучшения качества проекта, устранения несчастных случаев и постоянного повышения уровня интеллекта при строительстве проекта [7, с.209-218].

4) Интеллектуальное применение сценариев развития бизнеса и использование передовых технологических решений для сбора и обработки информации.

– Промышленная экологическая синергия – преобразование возможности строительных предприятий в области информатизации и оцифровки в преимущества корпоративных ресурсов. Процесс способствует совместному использованию ресурсов и деловому сотрудничеству между вышестоящими и нижестоящими предприятиями в производственной цепочке для формирования цифровой экосистемы.

Новый дизайн, строительство, новая эксплуатация и техническое обслуживание будут стимулировать развитие строительной отрасли и приведут к формированию новых форм строительных услуг, таких как [7, с.209-218]:

- интегрированное применение платформ социальных данных,
- правительственные платформы,
- отраслевой надзор,
- финансы и налогообложение и т.д.

Таким образом, цифровая трансформация строительного предприятия – это не одномоментное достижение, а долгосрочный и трудный проект. Только поэтапно продвигаясь вперед с научной точки зрения, цифровая трансформация может продвигаться неуклонно и с далеко идущими последствиями, и цель цифровой трансформации может быть достигнута.

Чтобы лучше понять цифровую трансформацию строительных предприятий и природу цифровых операций, давайте авторы предлагают рассмотреть модель цифрового управления строительными предприятиями, которая состоит из четырех частей [9, с.18-27]:

- 1) бизнес-архитектура,
- 2) архитектура приложений,
- 3) архитектура данных
- 4) техническая архитектура.

– Бизнес-структура -[9, с.18-27] находится на верхнем уровне всей модели. Это не только логическая отправная точка цифровой работы предприятия, но и цель цифровых услуг предприятия. Предприятия создают цифровую систему для продвижения своей деятельности и развития. Поэтому, чтобы построить корпоративную цифровую систему, необходимо прояснить, какова логика бизнес-операций компании, каковы болевые точки и трудности развития бизнеса, какие сложности могут быть решены с помощью “больших данных”.

– Архитектура приложения – по существу преобразует бизнес-требования в конкретные прикладные сценарии, включая приложения уровня проекта и приложения уровня предприятия. Приложение на уровне проекта включает в себя планирование проекта, управление безопасностью проекта, управление качеством проекта, техническое управление проектом, управление рисками. Приложение на уровне предприятия включает в себя систему планирования, управление операциями, управление человеческими ресурсами, управление маркетингом, совместное управление. На техническом уровне эти приложения в основном реализуются с помощью анализа и моделирования «больших данных», включая инженерное моделирование, интеллектуальный мониторинг и управление, а также анализ входных ресурсов [9, с.18-27].

– Архитектура данных. Среда строительного предприятия является более сложной, обладает большим количеством производственных факторов, более длинной цепочкой создания стоимости и большим количеством организационных уровней. Следовательно, для корректной обработки и эффективного применения необходимо собрать

большой объем данных. Чтобы записать полезные данные с высоким качеством используется архитектура данных. Благодаря архитектуре данных уточняются цифровые типы сбора, хранения и анализа информации.

– Техническая архитектура лежит в основе модели цифрового управления и является основной гарантией того, что строительные компании осуществляют цифровую трансформацию. Сегодня весь мир говорит о цифровизации, потому что ключевые технологии оцифровки развиваются семимильными шагами, позволяя цифрам изменять мир. Эти технологии включают Интернет вещей, искусственный интеллект, обработку графики, облачные вычисления, большие данные и т.д. [9, с.25]

Цифровая трансформация – это одновременно и возможность, и вызов для предприятий, она имеет двойное значение: во-первых, оцифровка бизнес-цепочки, а во-вторых, оптимизация производственной цепочки. Создание «цифрового предприятия» посредством «цифровой трансформации» – мечта современных строительных компаний.

Ценность цифровой трансформации для строительных компаний состоит из следующих основных аспектов:

1) Повышение эффективности. Строительная индустрия вступила в «эпоху постурбанизации» [9, с.25]. Контроль затрат – обязательный курс для каждой строительной компании, а цифровизация может значительно сократить отходы, контролировать затраты и повысить эффективность. Внедрение точного моделирования и прогнозирования может сократить отходы песка, цемента, бетона и других материалов; внедрение точной коммуникации может сократить бэк-офис и фронт-линию, возникновения плохой координации проектов.

2) Контроль рисков. Риски строительных компаний включают в себя риски безопасности, риски качества, капитальные риски, операционные риски и риски принятия решений. Пособием сбора и анализа оперативных данных возможно систематически управлять рисками, повышать роль раннего предупреждения и профилактики рисков, укреплять предварительное управление рисками и снижать частоту

возникновения рисков и степень вреда от их возникновения [9, с.26].

3) Реализация оперативной репликации. С помощью анализа больших данных возможно определить самое эффективное поведение при управлении проектом, усовершенствовать лучшие методы управления проектом, укрепить модель управления проектом, провести масштабное маркетинговое продвижение, снизить зависимость успеха проекта от менеджера [9, с.26].

4) Повышение конкурентоспособности. Повышение основной конкурентоспособности происходит с двух сторон. С одной стороны, благодаря цифровизации улучшаются операционные и управленческие возможности предприятий и снижаются эксплуатационные расходы. С другой стороны, цифровизация привела к появлению большого количества активов “данных”, которые могут повысить уровень принятия решений компанией в краткосрочной перспективе и помогают создать новые бизнес-форматы в долгосрочной перспективе [9, с.26].

5) Цифровые продажи. Возможность применять цифровые технологии в продажах позволяет расширить круг потенциальных покупателей, таргетировать клиентскую базу, осуществлять взаиморасчеты дистанционно.

Необходимо обозначить проблемы, с которыми сталкиваются предприятия строительной отрасли при цифровой трансформации. Цифровая трансформация строительной отрасли все еще находится в зачаточном состоянии. Согласно статистике, трансформация строительной отрасли путем оцифровки составляет менее 20%. В процессе цифровой трансформации строительных предприятий возникают следующие проблемы:

1) Данные не соответствуют действительности. На строительных предприятиях имеется большое количество отчетных данных, что нарушает принцип «подсчета из одного источника», и данные не могут быть переданы правдиво, точно и своевременно, что приводит к «бесполезным» цифровым операциям, не говоря уже о применении «больших данных». Есть две причины недостоверных цифр [9, с.27]:

– Одна из них заключается в том, что строительные компании имеют несколько наборов счетов. Проектный отдел имеет набор счетов для проекта, компания имеет набор отчетов компании, а налоговые декларации имеют свой набор счетов.

– Другая причина заключается в том, что данные берутся вручную, что повышает риск ошибок и не позволяет избежать человеческого фактора, искажающих данные.

2) Система переполнена и непроницаема. Если система плохо налажена, то затруднены преобразование, интеграция данных, взаимодействие с данными, а сотрудничество в области управления, повышение качества и эффективности не достигаются. Такая ситуация порождает инертность управления системами на строительных предприятиях.

3) Требования всех уровней противоречивы. Цифровизация включает в себя три уровня управления – низовые проектные отделы, функциональные отделы среднего уровня и высший уровень принятия решений. Все три уровня управления имеют свои собственные характеристики и требования, только объединив требования трех уровней управления, можно использовать цифровизацию и добиться ее эффективности.

4) Недостаточное применение технологии нового поколения. Современные уровень конкуренции диктует необходимость применения нового поколения информационных технологий, представленных 4G, IOT, AI и BIM. Их необходимо интегрировать в систему принятия управленческих решений [9, с.26].

Процесс создания данных – это процесс преобразования стандартной системы предприятия в систему данных. В соответствии с управленческим циклом данные, которые должны создавать строительные компании, включают данные планирования, данные мониторинга эксплуатации и данные о результатах эксплуатации.

Из-за огромной рабочей нагрузки по обработке и созданию данных, в которой задействованы все отделы и уровни компании, и очень высоких системных требований к созданию данных рекомендуется определить специальную организацию, которая возьмет на себя ведущую

роль в выполнении этих задач [8, с.4-11]. Конкретное содержание работы включает проектирование системы данных, создание данных, обновление данных, обслуживание данных и т.д.

В процессе построения информационной системы и создания данных, как ранее упоминалось, необходимо рассмотреть ряд вопросов, таких как структура данных, архитектура данных, основные данные и метаданные, качество данных и безопасность данных, а также определить специальных ответственных лиц.

Когда создается «система данных», подходящая для бизнеса, строительное предприятие начинает свою цифровую работу. В настоящее время наиболее важной задачей для предприятия является обеспечение эффективности использования этих данных, понимание их значимости.

Эти данные могут быть использованы для анализа, а затем своевременного понимания проектов и программ компании, своевременного и эффективного принятия решений и раннего предупреждения возможных рисков, что позволит повысить гибкость и операционную эффективность организации [8, с.4-11]. Также можно использовать эти данные для совершенствования бизнес-моделей и повышения ценности бизнеса.

Выводы

Итак, цифровая модернизация строительной отрасли – это использование ею цифровых технологий, таких как BIM, облачные вычисления, большие данные, Интернет вещей, мобильный Интернет и искусственный интеллект для содействия цифровизации операций предприятия и строительного бизнеса [8, с.4-11]. Традиционная модель управления строительной отраслью обширна: все участники строительной отрасли самоуправяемы, имеют разные интересы и цели и, как правило, используют разные системы управления информацией, что приводит к информационным сбоям на всех бизнес-этапах жизненного цикла строительства, а степень информационной связности в отрасли крайне низка [8, с.4-11].

Суть цифровой трансформации строительной отрасли заключается в том, чтобы:

- изменить первоначальную модель принятия решений, которая основывалась на ручном сборе больших данных, перейти к цифровой модели, при которой интегрированные данные всего процесса управляют бизнес-поток в режиме реального времени.

- реализовать информационное взаимодействие между несколькими участниками производственной цепочки.

- реализовать сотрудничество между предприятиями во всей производственной цепочке, включая совместное использование данных, ресурсов и процессов между предприятиями, чтобы можно было оптимизировать распределение ресурсов всей отрасли.

- создать единую платформу управления проектами: интегрируя платформу данных в режиме реального времени и унифицированную базовую платформу данных. Это может помочь сразу нескольким участникам строительной отрасли осуществлять информационное взаимодействие в режиме реального времени и принимать управленческие решения.

Логика развития отрасли претерпела кардинальные изменения, и внешняя среда создает проблемы для развития

отрасли: текущий макроэкономический сдвиг в России вступил в период замедления темпов воздействия [8, с.4-11].

Эпоха всеобщего процветания первоначального великого бума в гражданском строительстве прошла, и логика развития строительной отрасли претерпела кардинальные изменения. Цифровая реформа, направленная на повышение качества и эффективности, стала текущим направлением развития отрасли [12, с.9].

Актуальность цифровой модернизации строительной отрасли заключается в активизации потока элементов данных в отрасли и ускорении построения отраслевой экосистемы данных.

Таким образом, цифровая модернизация – это мощный инструмент строительных компаний для повышения эффективности и внедрения инновационных бизнес-моделей. Правильное внедрение цифровых технологий, цифровизация производства, маркетинга, продаж, контроля качества, ведения отчетности и других аспектов деятельности позволит предприятиям строительной отрасли России выйти на новый уровень экономического развития и обеспечить эффективность своей работы.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы». Собрание законодательства Российской Федерации, № 20. 2017. 2901 с.
2. Цифровизация в строительстве: реалии и перспективы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.it-world.ru/cionews/business/189112.html> (дата обращения 10.04.2023).
3. Травуш В.И. Цифровые технологии в строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2018. № 3. С. 107-117. DOI: 10.22337/2077-9038-2018-3-107-117.
4. Травуш В.И., Белостоцкий А.М., Акимов П.А. Цифровые технологии в строительстве: декларации и реальность. Экспериментальные и натурные исследования, производство материалов, изделий и конструкций, материаловедение, экономика строительства, информационное моделирование // Устойчивое развитие региона: архитектура, строительство, транспорт: матер. 5-й междунар. Науч.-практич. Конф. Института архитектуры, строительства и транспорта, 24-25 мая 2018 г. Тамбов, 2018. С. 25-38.
5. Гинзбург А.В. Технологии информационного моделирования жизненного цикла объекта капитального строительства // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования: сб. докл. Первой национальной конф., г. Москва, 30 сентября 2020 г. НИУ МГСУ, С. 936-939.
6. Дмитриев А.Н. Развитие цифровых методов оценки инноваций инвестиционно-строительных проектов для повышения их энергоэффективности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 7. С. 13-20.

7. Дмитриев А.Н., Барешенкова К.А., Марченкова С.В. Концепция перехода на внедрение цифровых технологий информационного моделирования в московском строительстве // Современные проблемы управления проектами в инвестиционно-строительной сфере и природопользовании: матер. IX междунар. Науч.-практич. конф., посвященной 112-летию РЭУ им. Г.В. Плеханова. Москва, 2019. С. 208-220.
8. Добрынин А.П., Черных К.Ю., Куприяновский В.П., Куприяновский П.В., Синягов С.А. Цифровая экономика – различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA и другие) // International Journal of Open Information Technologies. 2016. vol. 4. no. 1. P. 4-11.
9. Корабельникова С.С., Корабельникова С.К. Цифровые технологии как элемент снижения рисков в строительстве // Дискуссия. 2019. № 2 (93). С. 18-27.
10. Лескова Ю.Г. Применение информационных (цифровых) технологий в саморегулировании как условие развития строительной отрасли и правового регулирования // Гражданское право. 2018. № 5. С. 9-11.
11. Семенов А.А. Подготовка специалистов в области BIM-технологий для развития цифровой экономики в строительстве. Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве // Всероссийская науч. конф. с междунар. участием. Екатеринбург. 2018. С. 44.
12. Каган П.Б. Повышение эффективности организационно-технологического проектирования в строительстве за счет его модернизации с использованием современных цифровых технологий // Отходы и ресурсы. 2020. Т. 7. № 1. С. 9.