

УДК: 338.2

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКИ НА УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Светлана Анатольевна БОГОЛЮБОВА^{1,2}, д.э.н., профессор

Алексей Владимирович ОСИПЕНКО³, аспирант

¹Кафедра туризма и индустрии гостеприимства

Автономная некоммерческая организация высшего образования «Международный
банковский институт им. А. Собчака», Санкт-Петербург, Россия

²Кафедра экономики и управления в сфере услуг

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

Адрес для корреспонденции: Боголюбова С.А., 191023, Россия, Санкт-Петербург, Невский
пр., 60

³Кафедра управления социально-экономическими системами

ЧОУ ВО «Санкт-Петербургский университет технологий управления экономики»

Адрес для корреспонденции: Осипенко А.В., 190103, Россия, Санкт-Петербург
Лермонтовский пр., 44

Аннотация

Цифровая трансформация экономики относится к сложным и длительным процессам, меняющим существующие подходы к управлению бизнес-процессами объектов капитального строительства. Цель написания статьи – изучение влияния процессов трансформации экономики на управление процессами проектирования в строительстве. В статье приведены результаты сравнительного анализа стран по индексу цифровизации, отмечены тренды цифровизации в строительной индустрии, выполнен анализ существующих подходов к процессам управления цифровой трансформацией в строительстве. Авторами представлены результаты анализа источников литературы, которые позволили вскрыть происходящие изменения в сфере ответственности и появлении необходимости обладания новыми знаниями для специалистов, занятых на каждом этапе процесса проектирования объектов капитального строительства. Внимание уделено особой роли нормирования в процессе проектирования. Обобщается практический опыт применения технологий информационного моделирования в сфере проектирования. Выявлены и структурированы преимущества от применения цифровых технологий на различных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Показано, что в современных условиях актуален переход от предписывающего к параметрическому нормированию, при этом нормированию должны подлежать не только время выполнения процесса по достижению результатов, но и время на развитие и совершенствование процесса цифровизации.

Ключевые слова

цифровая трансформация, цифровые технологии, капитальное строительство, процессы проектирования, нормирование, управление

THE IMPACT OF DIGITAL TRANSFORMATION THE ECONOMY ON THE MANAGEMENT OF THE DESIGN PROCESSES OF CAPITAL CONSTRUCTION FACILITIES

Svetlana Anatolievna BOGOLYUBOVA^{1,2}, Doctor of Economics, Professor
Alexey Vladimirovich OSIPENKO³, postgraduate student

¹Department of Tourism and Hospitality Industry

Autonomous Non-Profit Organization of Higher Education «International Banking Institute named after Anatoly Sobchak», St. Petersburg, Russia.

²Department of Economics and Management in Services
St. Petersburg State University of Economics

Address for correspondence: Bogolubova S.A., 191023, Russia, St. Petersburg, Nevsky pr. 60

³Department of Management of Socio-Economic Systems

St. Petersburg University of Management Technologies of Economics

Address for correspondence: A.V. Osipenko, 190103, Russia, St. Petersburg Lermontovsky pr., 44

Abstract

The digital transformation of the economy refers to complex and lengthy processes that change existing approaches to managing business processes of capital construction facilities. The purpose of this article is to study the impact of economic transformation processes on the management of design processes in construction. The article presents the results of a comparative analysis of countries according to the digitalization index, highlights the trends of digitalization in the construction industry, and analyzes existing approaches to the management of digital transformation in construction. The authors present the results of an analysis of literature sources, which made it possible to reveal the ongoing changes in the field of responsibility and the need for new knowledge for specialists involved in each stage of the design process of capital construction facilities. Attention is paid to the special role of rationing in the design process. The practical experience of using information modeling technologies in the field of design is summarized. The advantages of using digital technologies at various stages of the life cycle of capital construction facilities are identified and structured. It is shown that in modern conditions, the transition from prescriptive to parametric normalization is relevant, while not only the execution time of the process to achieve results, but also the time for the development and improvement of the digitalization process should be subject to normalization.

Keywords

digital transformation, digital technologies, construction, design processes, rationing, management

Введение. Цифровая трансформация становится неотъемлемым элементом современной реальности, изменяя облик практически всех сфер экономики [2, 10, 17, 20]. Все больше предприятий стараются перенести свои бизнес-процессы в цифровую среду. Происходит формирование онлайн рынка с

глобальной конкуренцией и высокой динамикой всех элементов. Рыночные изменения, вызванные распространением цифровых технологий, заставляют компании быстро адаптироваться к сложившейся ситуации в целях сохранения своей конкурентоспособности посредством электронных каналов продаж.

Отметим, что многие отрасли изменяются в соответствии с мировыми трендами, что наиболее заметно в финансовом секторе и промышленности, в то время как другие заметно отстают, что увеличивает экономические риски для государства.

Однако, несмотря на существенные различия между отраслями экономики и неравномерность внедрения цифровых технологий, тем не менее цифровизация оказывает сильное воздействие на все социально-экономические процессы.

Индекс цифровой готовности (NRI) и индекс цифровизации являются показателями, отражающими уровень вовлеченности государства в цифровую трансформацию. Среди стран, по которым проводился сравнительный анализ данных по индексу цифровизации, Россия занимает только 21 место из 27. Добывающая, обрабатывающая промышленности и транспорт демонстрируют разрыв более 50% [9].

Доля цифровой экономики в ВВП составляет 3,9% (для сравнения в Великобритании – 12,4%) [8]. По оценкам экспертов задержка России в использовании цифровых технологий составляет 5-10 лет, что во многом обусловлено санкциями, затрудняющими доступ к передовым технологиям.

Говоря о строительной индустрии в развитых странах, отмечается тренд на цифровое моделирование городов, использование дронов и робототехники на строительных площадках, цифровые данные и прогнозную аналитику, дополненную реальность и виртуализацию, беспроводной мониторинг, 3D сканирование и печать, включая аддитивное производство и применение BIM-технологий. BIM-технологии основаны на объединении множества данных о проектируемом объекте и его отдельных элементов: эксплуатационные характеристики, материальное исполнение, объем работ, продолжительность выполнения строительно-монтажных работ и сметная стоимость, в том числе существует возможность оценки ряда показателей воздействия на окружающую среду. Так, в 2017 году BIM-технологии применяли не более 5% российских инжиниринговых компаний, для сравнения сейчас уже каждая пятая строительно-инвестиционная компания использует BIM-проекты (для сравнения за рубежом – каждая вторая). Этому, безусловно, способствовали как развитие нормативно-правовой базы, в том числе федеральные проекты «Цифровые

технологии», «Цифровое государственное правление», «Цифровая инфраструктура» [18], рост спроса со стороны заказчиков, так и снижение стоимости внедрения технологии. Использование современных BIM-технологий позволяет повысить показатели эффективности управления процессом строительства, качества выполняемых работ, осуществлять контроль и мониторинг за ходом процессов, детально и точно проектировать объекты, снижая степень рисков и затраты на исправление ошибок. С 1 марта 2022 года применение BIM-технологий является обязательным на государственных объектах.¹⁴

Следует отметить, что в строительных компаниях цифровая трансформация сегодня связана прежде всего с разработкой различных сценариев использования технологий, а не с внедрением новых технологий. Поэтому возникает необходимость в создании гибкой (адаптивной) цифровой инфраструктуры, способной реализовать выбранный сценарий в минимальные сроки. Это, в свою очередь, требует создания особых субъектно-ориентированных и коллективных технологий.

Изменения, посредством цифровой трансформации, проявляются в виде новых вызовов, связанных с изменением процессов социально-экономического взаимодействия, природы рынков и структуры организаций, что встречает множество вопросов в обществе относительно будущих рабочих мест, необходимостью иного подхода к безопасности, конфиденциальности и вместе с тем справедливости [24].

Вместе с тем отсутствие четкого видения и стандартов внедрения цифровых технологий, невозможность или нежелание бизнеса вкладывать в дорогостоящие технологии, несовершенство традиционной схемы «проектирование-тендер-строительство» [18], согласно которой за каждый этап отвечают различные компании (проектные, строительные, субподрядчики) сдерживает цифровизацию строительной отрасли. Анализ существующих подходов к процессам управления цифровой трансформацией в строительстве выявил отсутствие однозначного единства мнений по этому вопросу. [1, 2, 13, 16]. Этим и обусловлена актуальность написания статьи.

Цель и задачи исследования. Основная цель исследования – исследовать влияние цифровой трансформации на управление процессом проектирования

¹⁴ Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 №331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства»

объектов капитального строительства. Поставленная цель поставила перед исследователями следующие задачи:

- исследовать сущность понятия «цифровая трансформация»;
- выявить преимущества цифровизации на этапе проектирования объектов строительства;
- сформулировать проблемы цифровизации на этапе проектирования объектов строительства и предложить направления их решения.

Материалы, методы и объекты исследования.

В процессе написания статьи были задействованы методы поиска, систематизации и отбора информации, анализа источников литературы на основе принципов научности, достоверности, комплексности, системности, объективности.

Опираясь на труды российских и зарубежных ученых и практиков по вопросам цифровой трансформации экономики [4, 5] установлено, что в настоящее время не существует по-прежнему единого понимания, что такое «цифровая трансформация». Мы будем придерживаться понятия, сформулированного авторами ИСИЭЗ НИУ ВШЭ: «цифровая трансформация – это качественные изменения в бизнес-процессах или способах осуществления экономической деятельности (бизнес-моделях) в результате внедрения цифровых технологий, приводящие к значительным социально-экономическим эффектам»¹⁵.

Цифровая трансформация в компании охватывает различные области, включая ERP (автоматизированные системы управления предприятием), договорную документацию, планирование и проектирование. Цели трансформации могут быть различные – повышение эффективности работы компании, максимально быстрое извлечение прибыли, эффективность коммуникаций, повышение конкурентоспособности¹⁶.

Основополагающий вклад в развитие отечественной цифровой экономики внесли известные советские ученые А.И. Китов и В.М. Глушков. Ими были разработаны первые отраслевые автоматизированные системы управления (ОАСУ), сформулированы задачи экономического управления, методы управления и оптимизации в динамических системах. В.М. Глушков формализовал 10 ключевых принципов создания АСУ, включая их описание [6].

В 40-е – 60-е годы прошлого столетия были сделаны различные разработки

¹⁵ Цифровая трансформация. URL: <https://issek.hse.ru/news/469298762.html> (дата обращения 17.04.2024)

¹⁶ Цифровая трансформация проектирования: на пути к мульти D. https://dzen.ru/a/W6jR_nO5SACqf3Nb+ (дата обращения 21.03.2024)

в области компьютерного обеспечения, позволившие преобразовывать математические вычисления в графические процессы, а впоследствии проектировать детали и инструменты. В 1959 году Росс ввел термин «автоматизированное проектирование (САПР)». Изобретение 3D CAD/CAM принадлежит французам П.Безье и П. де Кастельжау¹⁷. Безье разработал UNISARF. Впоследствии И.Сазерлендом и Д.Эвансом был создан графический пользовательский интерфейс SKETCHPAD, незаменимая функция современного САПР. И, если первые САПР были разработаны для автомобильной промышленности, то, по мере доступности компьютеров, они стали охватывать и новые области, в том числе электронных приборов и строительного проектирования.

Развитие получили системы автоматизации проектирования технологических процессов (САПР) и программирования деталей на станках с ЧПУ^{18 19}.

Таким образом, в ходе совершенствования языков программирования и соответственно программного обеспечения, появилась возможность наполнить каждый геометрический элемент трехмерной визуализации проектируемого объекта не геометрической (технической) информацией [26]. Данное усовершенствование значительно расширило возможности программных средств, что проявилось в виде предоставления новых услуг по проектированию, в частности – создание информационной модели для строительства и эксплуатации. Это позволило зафиксировать определенные преимущества BIM на протяжении жизненного цикла ОКС (объектов капитального строительства) [27].

Сфера проектирования объектов капитального строительства не является исключением с точки зрения цифровой трансформации. Проектирование ОКС оказывает существенное влияние на темпы развития экономики: строительство новых предприятий, центров оказания услуг, объектов инфраструктуры, другое. Качество и продолжительность проектирования отражается в виде показателей экономической эффективности и сроков окупаемости капитальных вложений. Следующим шагом в развитии САПР является исключение человеческого фактора ошибки из процесса проектирования и применение искусственного интеллекта.

¹⁷ История программного обеспечения САПР. - URL: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_CAD_software (дата обращения 19.04.2024)

¹⁸ История САПР. - URL: <https://engineer-center.ru/sapr-history> (дата обращения 19.04.2024)

¹⁹ Система автоматизированного проектирования. - URL: <https://bigenc.ru/c/sistema-avtomatizirovannogo-proektirovaniia-82d30a> (дата обращения 19.04.2024)

Результаты исследования и обсуждения

В трудах авторов Зильберовой И.Ю., Новоселовой И.Ю., Маилян В.Д., Петрова К.С., Швец А.Е. [3], Чубарова К.В., Тальникова Д.М. [19], Шеина С.Г. [22, 23], Новоселовой И.В., Чернявского И.А. [14] указывается, что в настоящее время цифровая трансформация в сфере проектирования строительных объектов осуществляется посредством технологий информационного моделирования (BIM) [12, 22].

На рисунке 1 обобщенно отображена фиксация преимуществ от применения BIM по этапам жизненного цикла ОКС.

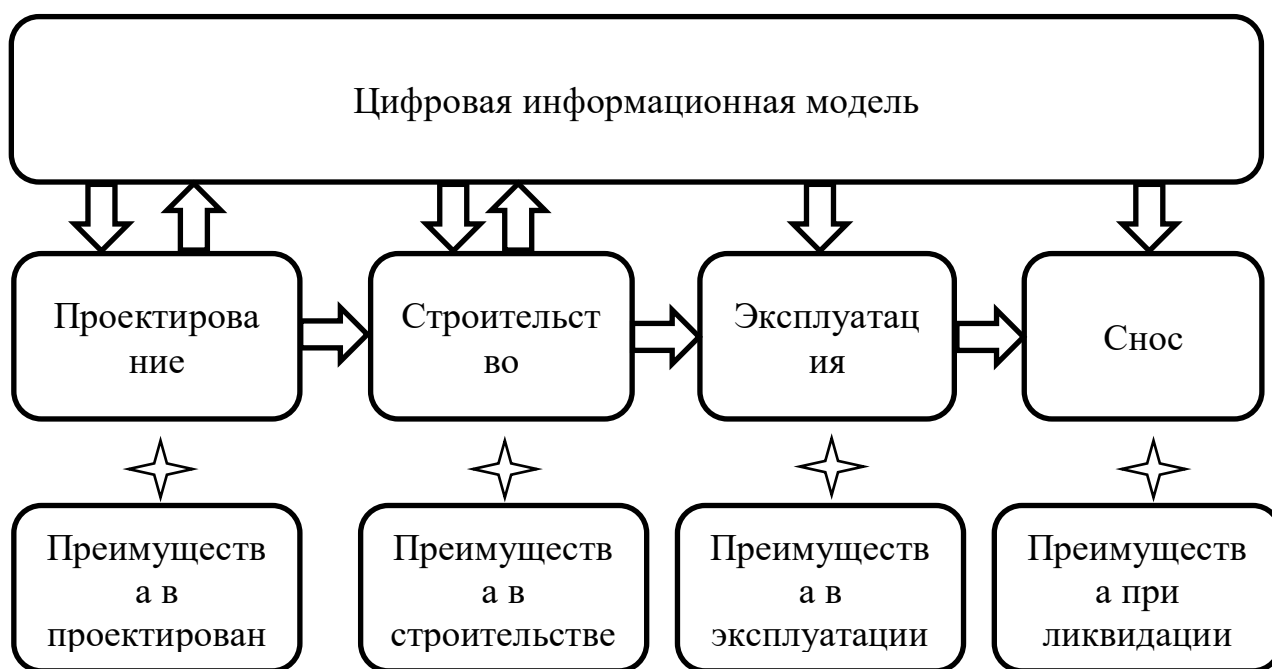




Рисунок 1 – Фиксация преимуществ от применения BIM на этапах жизненного цикла ОКС (составлено на основании данных [28,29,30])

Примечание:  - информационные потоки;  - возникновение (проявление) преимуществ.

Необходимо пояснить на примерах фиксацию преимуществ: проектные организации получают преимущества в виде сокращения времени проектирования, строительные подрядчики получают документацию с минимальным количеством ошибок и общую спецификацию материалов, заказчик получает преимущества в виде сокращения сроков строительства для ввода объекта в эксплуатацию, эксплуатирующие организации получают исполнительную документацию в цифровом виде, и так далее. Указанные

преимущества повышают конкурентоспособность каждого участника процесса реализации проекта за счет сокращения продолжительности отдельного этапа жизненного цикла ОКС. Причиной такого сокращения является полноценная и постоянная доступность информации о проекте в цифровом виде.

Сегодня такие ключевые участники рынка отечественного программного обеспечения как ГК «СиСофт», ООО «РЕНГА СОФТВЭА», ООО «АЙБИМ» и другие предлагают решения по оптимизации процессов проектирования за счет обеспечения взаимосвязи последовательных процессов посредством цифровых платформ и центров поддержки принятия решений. Предлагаемые разработки получили широкое распространение среди средних и крупных проектных и инжиниринговых организаций группы компаний таких как ПАО «СИБУР», ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Газпром», др. Сейчас практическая ценность от применения дорогостоящего внедрения BIM-технологий заключается в повышении качества проектирования и сокращения времени на выполнение однотипных и часто повторяющихся работ. Кроме того, появляется возможность получения информации о проекте в режиме реального времени.

Важно сказать, что результаты процессов цифровой трансформации проектных организаций в виде преимуществ проявляются в других юридических формах организаций-участников реализации проекта. Данный факт доказывает утверждение исследователей о наличии определенного временного лага для фиксации возникающих преимуществ от цифровой трансформации существующих бизнес-процессов [25]. Результаты цифровой трансформации проявляются исключительно в стратегической перспективе и позволяют решить ряд существенных проблем²⁰ :

- неоднородность цифровизации процессов и, как следствие, невозможность построения сквозных процессов от заказчика к проектировщику, и далее к генподрядчику, субподрядчикам и службе строительного контроля;
- устранить «лоскутную цифровизацию» и обеспечить автоматизацию строительных процессов, позволяя таким образом отойти от ручной состыковки документов и данных (сметы, график производства работ, оплата, исполнительная документация, строительный контроль);
- отказаться от бумажной волокиты.

Проектирование ОКС представляет собой процесс создания технической документации, в соответствии с которой осуществляются строительство,

²⁰Цифровизация строительства: основные сложности, опыт внедрение. URL: <https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1713686901&tld=ru&lang=ru&name=rukovodstvo-po-vnedreniyu-tsifrovizatsii-v-stroitelstve.pdf> (дата обращения 19.04.2024)

реконструкция и капитальный ремонт зданий и сооружений. Управление проектированием – это выстраивание системы взаимосвязанных процессов и информационных потоков в единую блок-схему.

В упрощенном виде последовательность информационных потоков в ходе процессов проектирования представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Взаимосвязь информационных потоков в процессе проектирования (упрощенная схема)

Из рисунка 2 видно, что каждый процесс требует наличия исходных данных, которые преобразуются в проектные решения, и на выходе в виде результата одновременно являются исходными данными для последующего процесса проектирования.

Внедрение BIM-технологий изменяет в том числе сферу ответственности. До внедрения BIM-технологий каждый процесс проектирования принадлежал к конкретной дисциплине (архитектура, конструкции, инженерные системы, др.), соответственно сфера ответственности ограничивалась передачей результата деятельности в виде исходных данных последующим участникам в соответствии с принятой системой (рисунок 2). После внедрения BIM-технологий определенная часть процессов исключается посредством частичной автоматизации или за счет обеспечения доступности данных о проекте в режиме реального времени. Соответственно сфера ответственности изменяется и появляется необходимость обладания новыми знаниями для специалистов, занятых на каждом этапе процесса проектирования.

Вместе с тем отметим, что BIM-технологии нельзя использовать для финансовой и управленческой аналитики, так как отсутствует связь между информационной моделью и реальными строительными процессами, модель перестает обновляться, отсутствует связь со сметной документацией.

Следовательно, бизнес-процессы в строительстве должны быть прозрачными.

Так, смета после государственной экспертизы от проектировщика к заказчику должна загружаться быстро в один клик в формате XML с помощью цифровой платформы (например, ЦУС – облачной цифровой платформой

управления строительством²¹). Важную работу в этом направлении ведет Минстрой России, который работает над созданием единой системы управления строительными объектами капитального строительства (ИСУП ОКС), которая позволит оцифровать до 80% документов, что усилит контроль за расходованием средств на проектирование и строительство капитальных объектов²².

Платформенное решение дает возможность ввести всех участников в единый цифровой контур. А для того, чтобы общие сквозные процессы начали работать, необходимо создать среду общих данных, внедрить электронный документооборот, сделать доступной сметную документацию, обеспечить ее версионность, возможность внесения изменений заказчиком и проектировщиком, внедрить электронные графики производства работ (ГПР), внедрить электронные графики потребностей, цифровые процессы в службе снабжения, перевести в цифровой вид электронный строительный контроль, внедрить BIM-технологии на стадии СМР.

Отдельно следует остановиться на нормативном регулировании. Система нормирования и ее применение помогает минимизировать риски и повысить качество и эффективность строительных проектов. В строительстве используют следующие методы нормирования:

- предписывающий, устанавливающий четкие требования к объектам и процессам строительства (например, требование использования конкретного типа арматуры);
- параметрический, устанавливающий параметры, но не предписывающий конкретного способа достижения этих параметров (например, устанавливает требования к прочности конструкции, но при этом предполагает выбор материалов и технологий);
- целевой, который заключается в установлении цели и параметров достижения цели (например, обеспечение комфортности помещения путем достижения конкретных параметров температуры, влажности, степени освещенности, уровня шума без предписания необходимости использования конкретных материалов и технологий²³).

И если предписывающий метод в основном актуален для развивающихся стран, то наиболее эффективным для развитых стран является современный

²¹ Руководство по внедрению цифровизации в строительство URL: <https://ip.tsus.ru/> (дата обращения 19.04.2024)

²² Цифровизация строительной отрасли. URL: <https://ria.ru/20220812/minstroy-1807198851.html?ysclid=lv9s9u1wk186199238> (дата обращения 19.04.2024)

²³ Перспективы перехода строительной отрасли на нормы, основанные на параметрическом подходе. URL: <https://smeta-na.ru/tehnologii/perspektivy-perehoda-stroitelnoj-otrasli-na-normy-osnovannye-na-parametricheskom-metode-normirovaniya/> (дата обращения 20.04.2024)

параметрический метод. Использование параметрического метода имеет как преимущества, так и трудности. Среди преимуществ отметим гибкость к требованиям заказчика и адаптивность к конкретным условиям и факторам, снижение затрат на проектирование и строительство, развитие новых технологий и методов, повышение качества строительства, энергоэффективность, экологическая безопасность.

Быстрые изменения технологий и переход к оцифровыванию бизнес-процессов делают невозможным разработку стабильных нормативных документов, а, следовательно, неэффективным использование предписывающего метода нормирования. В современных условиях необходим переход на параметрическое нормирование, предъявляющее требования к строгой системе нормативной документации, поскольку неотъемлемым инструментом в процессе нормирования становится информационное моделирование.

Такая ситуация требует формирования новых компетенций и навыков технического нормирования. Инженеры-проектировщики должны знать не только международные и национальные стандарты и требования, но и обладать умением сочетать знания с передовыми методами и технологиями.

Новые знания и навыки, как и сферы ответственности возникают на стыке разных предметных областей. Так, для автоматической разработки сметной документации требуются дополнительные данные, которые должны быть учтены в атрибутах элементов информационной модели ОКС, внесение которых требует участия других дисциплинарных специалистов на предшествующих данному процессу стадиях. Для ряда специалистов, непосредственно применяющих программные средства информационного моделирования, требуются в том числе навыки и понимание принципов программирования, включая влияние заложенных алгоритмов на результаты работы смежных специалистов. Следовательно, появляется необходимость в подготовке специализированных кадров. На современном этапе цифровой трансформации инженеры-проектировщики должны обладать навыками системного понимания степени влияния принятых решений на результаты последовательных и смежных процессов проектирования, а также умениями выстраивать новые алгоритмы и логические цепочки передачи и обработки информации.

Вслед за необходимостью в подготовке специализированных кадров требуется изменение организационной структуры проектных организаций: изменение сферы ответственности выражается в том числе в виде изменения организационной структуры.

Выводы

В настоящее время в соответствии с национальной целью «цифровой трансформации» в строительстве проводят активную цифровизацию всех процессов. Одним из основных направлений является повсеместное применение технологий информационного моделирования. Важным фактором инициации этого процесса является принятие Правительством РФ ряда документов, в которых обозначена цифровая трансформация строительной отрасли: повышение цифровой зрелости отрасли, цифровая трансформация бизнес-процессов, углубление степени внедрения информационных технологий. Однако внедрение BIM-технологий сопряжено с рядом трудностей, таких как:

- Не готовность инвесторов, застройщиков и других контрагентов к взаимодействию в информационной среде. Процессы автоматизации, с одной стороны, сокращают время на выполнение однотипных и повторяющихся операций, с другой стороны, переход на взаимодействие участников посредством цифровой среды требует более глубокого понимания алгоритмов работы программных средств с целью анализа достоверности полученных результатов и принятия решения для его корректировки [11]. Следовательно, нормированию в проектировании подлежит не только время получения результата по завершению определенного процесса, но и время на развитие и усовершенствование процессов цифровизации.
- Ускоряющиеся темпы автоматизации бизнес-процессов в строительстве требуют от специалистов, работающих в отрасли, все большей квалификации и компетенций в области BIM.
- Несогласованность системы государственного регулирования в области стандартизации, разрозненность существующих информационных систем, требований различных регламентов по реализации проектов с применением информационных технологий, что затрудняет внедрение цифровых технологий и делает невозможным переход к параметрическому нормированию.
- Многообразие форм собственности и количества участников, а следовательно, и множественность вариантов для конкретных проектов возможностей использования BIM и информационных моделей, определяемых заказчиками. Это порождает, в свою очередь, диссонанс в коммуникациях между участниками строительных проектов.

Полагаем, что для качественного перехода от традиционного проектирования к информационному моделированию необходимо провести

реорганизацию процесса проектирования; создать принципиально новую проектную группу из специалистов, обладающих новыми компетенциями и навыками из разных предметных областей; оценить реальные затраты и риски на этом этапе; разработать нормативно-правовую базу и стандарты в области BIM, содержащие готовые модели и типовые решения, подходящие для российских условий; разработать детальные регламенты, что в итоге позволит сформировать систему отношений между всеми участниками процесса проектирования объектов капитального строительства.

Таким образом, понимание необходимости изменений в управлении процессами проектирования посредством влияния цифровой трансформации в экономике является важным конкурентноспособным преимуществом проектных организаций, которое проявляется в повышении качества строительных проектов.

Список литературы

1. **Азиева Р.Х.** Методические подходы к оценке эффективности цифровой трансформации современных предприятий // Прогрессивная экономика. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-otsenke-effektivnosti-tsifrovoy-transformatsii-sovremennyh-predpriyatiy> (дата обращения 06.04.2024)
2. **Боголюбова С.А., Боголюбов В.С.** Цифровая трансформация туристского бизнеса // Сборник материалов XXII межд. научн. практ. конф. «Смирновские чтения-2023». Ч.2. - СПб.: МБИ им. А.Собчака, 2023. - С.138-142
3. **Зильберова И.Ю., Новоселова И.В., Маилян В.Д., Петров К.С., Швец А.Е.** Перспективы применения BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2023. №2 (1). С.44-53.
4. **Катрин Е.В.** «Цифровизация»: научные подходы к определению термина // Вестник ЗабГУ. 2022. №5. С.49-54.
5. **Кирилкин М.С., Полити В.В.** Влияние цифровизации экономики на эффективность взаимодействия участников строительного объекта // Друкеровский вестник. 2023. №6. URL: <https://drucker.npi-tu.ru/ru/archive/2023/vypusk-6-2023/innovatsionnyye-metody-razvitiya-predpriyatiy-i-otrasley/impact-of-economy-digitalization-on-the-efficiency?ysclid=lv9b9gph3i268574724> (дата обращения 19.04.2024)
6. **Китова О.В., Китов В.А.** Они были первыми – основополагающий вклад в отечественную цифровую экономику А.И.Китова и В.М.Глушкова // Цифровая экономика. №1(5). 2019. – URL:<http://digital->

- economy.ru/images/easyblog_articles/474/DE-2019-01-01.pdf (дата обращения 19.04.2024)
7. **Кожевникова М.А., Маркова Н.И., Маврина И.Н.** Цифровизация процессов реализации инвестиционно-строительных объектов // Научные труды Вольного экономического общества России. 2022. №1. С.211-230.
 8. **Кожина В.О.** Место России в процессе цифровой трансформации мировой экономики // Цифровая трансформация как новая реальность развития России // Материалы межвуз. научн.-практ. конф. (Москва, МИЭП, 10 декабря 2021 года) - М.: МИЭП, 2021. С.13
 9. **Косевич А.В.** Тенденции развития экономики в условиях цифровизации: российский и мировой опыт // Цифровая трансформация как новая реальность развития России: материалы межвузовской научно-практической конференции (Москва, Международный институт экономики и права, 10 декабря 2021 г.). – М.: МИЭП, 2021. С.7-13
 10. **Кудбиев Ш.** Методологические аспекты цифровой трансформации // International scientific review. 2020. №LXVII. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения 19.04.2024)
 11. **Кудрявцева Т.Ю.** Основные понятия цифровизации // Вестник Академии знаний. 2021. №3(44). С. 149-151.
 12. **Любименко Д.А., Вайсман Е.Д.** Методический подход к оценке эффективности цифровых инвестиционных проектов // Экономика. Информатика. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-effektivnosti-tsifrovyyh-investitsionnyh-proektov> (дата обращения 06.04.2024)
 13. **Моисеев А.Е., Мурашова Н.А.** Оценка эффективности цифровой трансформации секторов экономики // Инновации и инвестиции. 2023. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-tsifrovoy-transformatsii-sektorov-ekonomiki> (дата обращения 08.04.2024)
 14. **Новоселова И.В., Чернявский И.А.** Применение BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла строительного проекта // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. №1 (3). С.5-16.
 15. Современный рынок услуг: проблемы и перспективы / под ред. д-ра экон. наук, проф. Г.А. Карповой. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2023. – С.51-54.
 16. **Степанов А.А., Савина М.В., Степанов И.А.** Эффективность цифровой трансформации: сущность, содержание, критерии оценки // Экономические системы. 2022. №1. URL:

- <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-tsifrovoy-transformatsii-suschnost-soderzhanie-kriterii-otsenki> (дата обращения 19.04.2024)
17. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г. И. Абдрахманова и др. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. — 239.
 18. **Чернявский И.А., Ларин Н.С.** Цифровизация процессов на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства // Инженерный вестник Дона. №4 (100). 2023. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protseessov-na-vseh-etapah-zhiznennogo-tsikla-obekta-kapitalnogo-stroitelstva> (дата обращения: 21.04.2024).
 19. **Чубарова К.В., Тальников Д.М.** Использование BIM-технологий при эксплуатации зданий и сооружений // Международная научно-практическая конференция «Строительство и архитектура – 2021». Ростов н / Д. - 2021. С. 89-90.
 20. **Шамшович В.Ф.** Совместная деятельность ассоциации образовательных организаций в области электронного обучения // Мир науки. Педагогика и психология. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovместnaya-deyatelnost-assotsiatsii-obrazovatelnyh-organizatsiy-v-oblasti-elektronno-go-obucheniya> (дата обращения 09.04.2024)
 21. **Шамшович В.Ф., Фаткуллин Н.Ю., Сахарова Л.А., Глушкова Л.М.** Цифровая трансформация образования // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2020. №1 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-obrazovaniya> (дата обращения 05.04.2024)
 22. **Шейна С.Г., Чубарова К.В., Савин М.А.** Использование BIM-технологий в управлении строительным объектом // Международная научно-практическая конференция «Строительство и архитектура – 2022». Ростов н / Д. 2021. С. 127-129.
 23. **Шейна С.Г., Шуйков С.Л.** Нормативное регулирование и опыт внедрения BIM на различных этапах жизненного цикла объекта строительства в России // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2022. №2 (1). С.4-11.
 24. **Этри Э., Карбланк Э., Гиртен Д., Лешер М., Пилат Д., Вайкофф Э., Кейхин Б.** Векторы цифровой трансформации // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vektory-tsifrovoy-transformatsii> (дата обращения 17.03.2024)

25. **Kineber A.F., Massoud M., Hamed M., Alhammadi Ya. and M. K. S. Al-Mhdawi.** Impact of Overcoming BIM Implementation Barriers on Sustainable Building Project Success: A PLS-SEM Approach // *Buildings*, 13(1), 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/1/178> (дата обращения 02.04.2024)
26. **Schultz A., Martin U., Diego E., Souza de Souza V., Kapogiannis G., Ruddock L.** The Economics of BIM and Added Value of BIM to the Construction Sector and Society // *Academia.edu* – URL: https://www.academia.edu/10127269/The_Economics_of_BIM_and_added_value_of_BIM_to_Construction_Sector_and_Society (дата обращения 11.04.2024)
27. **Aranda J.A. Martin-Dorta N, Naya F., Conesa-Pastor J., Contero M.** Sustainability and Interoperability: An Economic Study on BIM Implementation by a Small Civil Engineering Firm. *Sustainability* // MDPI, Volume 12(22), pages 1-16, November 2020. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9581>
28. **Toan N., Tam N., Diep T., Anh Ph.** Adoption of building information modeling in the construction project life cycle: benefits for stakeholders // *Architecture and Engineering*, Volume 7, Issue 1, 2022 URL: https://www.researchgate.net/publication/359649766_adoption_of_building_information_modeling_in_the_construction_project_life_cycle_benefits_for_stakeholders (дата обращения 11.04.2024).
29. **Oladiran O.J., Simeon D.R., Anyira S.O.** Building Information Modelling (BIM): Drivers, barriers and socio- economic benefits // *Covenant Journal of Research in the Built Environment*, Volume 10(2), 2022 pages 13-23 URL: <https://journals.covenantuniversity.edu.ng/index.php/cjrbe/article/view/3199> (дата обращения 19.04.2024).
30. **Li P., Zheng Sh., Si H., Xu K.** Critical Challenges for BIM Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises: Evidence from China // *Hindawi, Advances in Civil Engineering*, Volume 2019, Article ID 9482350, URL: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/9482350/> (дата обращения 02.04.2024).

Reference

1. **Aziyeva R.КН.** Metodicheskiye podkhody k otsenke effektivnosti tsifrovoy transformatsii sovremennykh predpriyatiy // *Progressivnaya ekonomika*. 2023. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-podhody-k-otsenke-effektivnosti-tsifrovoy-transformatsii-sovremennyh-predpriyatiy> (data obrashcheniya 06.04.2024).
2. **Bogolyubova S.A., Bogolyubov V.S.** Tsifrovaya transformatsiya turistskogo biznesa // *Sbornik materialov XXII mezhd. nauchn. prakt. konf.*

- «Smirnovskiy chteniya-2023». CH.2. - SPb.: MBI im. A. Sobchaka, 2023. - S.138-142.
3. **Zil'berova I.YU., Novoselova I.V., Mailyan V.D., Petrov K.S., Shvets A.Ye.** Perspektivy primeneniya BIM-tehnologiy na vsekh stadiyakh zhiznennogo tsikla investitsionno-stroitel'nogo proyekta // *Sovremennyye tendentsii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territoriy.* 2023. №2 (1). S.44-53.
 4. **Katrin Ye.V.** «Tsifrovizatsiya»: nauchnyye podkhody k opredeleniyu termina // *Vestnik ZabGU.* 2022. №5. S.49-54.
 5. **Kirilkin M.S., Politi V.V.** Vliyaniye tsifrovizatsii ekonomiki na effektivnost' vzaimodeystviya uchastnikov stroitel'nogo ob»yektov // *Drukerovskiy vestnik.* 2023. №6. URL: <https://drucker.npi-tu.ru/ru/archive/2023/vypusk-6-2023/innovatsionnyye-metody-razvitiya-predpriyatiy-i-otrasley/impact-of-economy-digitalization-on-the-efficiency?ysclid=lv9b9gph3i268574724> (data obrashcheniya 19.04.2024).
 6. **Kitova O.V., Kitov V.A.** Oni byli pervymi – osnovopolagayushchiy vklad v otechestvennyuyu tsifrovuyu ekonomiku A.I. Kitova i V.M.Glushkova // *Tsifrovaya ekonomika.* №1(5). 2019. – URL: http://digital-economy.ru/images/easyblog_articles/474/DE-2019-01-01.pdf (data obrashcheniya 19.04.2024).
 7. **Kozhevnikova M.A., Markova N.I., Mavrina I.N.** Tsifrovizatsiya protsessov realizatsii investitsionno-stroitel'nykh ob»yektov // *Nauchnyye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii.* 2022. №1. S.211-230.
 8. **Kozhina V.O.** Mesto Rossii v protsesse tsifrovoy transformatsii mirovoy ekonomiki // *Tsifrovaya transformatsiya kak novaya real'nost' razvitiya Rossii // Materialy mezhvuz. nauchn. - prakt. konf. (Moskva, MIEP, 10 dekabrya 2021 goda) - M.: MIEP, 2021. S.13.*
 9. **Kosevich A.V.** Tendentsii razvitiya ekonomiki v usloviyakh tsifrovizatsii: rossiyskiy i mirovoy opyt // *Tsifrovaya transformatsiya kak novaya real'nost' razvitiya Rossii: materialy mezhvuzovskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Moskva, Mezhdunarodnyy institut ekonomiki i prava, 10 dekabrya 2021 g.). – M.: MIEP, 2021. S.7-13.*
 10. **Kudbiyev SH.** Metodologicheskiye aspekty tsifrovoy transformatsii // *International scientific review.* 2020. №LXVII. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-aspekty-tsifrovoy-transformatsii> (data obrashcheniya 19.04.2024).
 11. **Kudryavtseva T.YU.** Osnovnyye ponyatiya tsifrovizatsii // *Vestnik Akademii znaniy.* 2021. №3(44). S. 149-151.
 12. **Lyubimenko D.A., Vaysman Ye.D.** Metodicheskiy podkhod k otsenke effektivnosti tsifrovyykh investitsionnykh projektov // *Ekonomika.*

- Informatika. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-effektivnosti-tsifrovyyh-investitsionnyh-proektov> (data obrashcheniya 06.04.2024).
13. **Moiseyev A.Ye., Murashova N.A.** Otsenka effektivnosti tsifrovoy transformatsii sektorov ekonomiki // Innovatsii i investitsii. 2023. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-effektivnosti-tsifrovoy-transformatsii-sektorov-ekonomiki> (data obrashcheniya 08.04.2024).
14. **Novoselova I.V., Chernyavskiy I.A.** Primeneniye BIM-tehnologiy na vsekh stadiyakh zhiznennogo tsikla stroitel'nogo proyekta // Sovremennyye tendentsii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territoriy. 2022. №1 (3). S.5-16.
15. Sovremennyy rynek uslug: problemy i perspektivy / pod red. d-ra ekon. nauk, prof. G.A. Karpovoy. – SPb.: Izd-vo SPbGEU, 2023. – S.51-54.
16. **Stepanov A.A., Savina M.V., Stepanov I.A.** Effektivnost' tsifrovoy transformatsii: sushchnost', sodержaniye, kriterii otsenki // Ekonomicheskkiye sistemy. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-tsifrovoy-transformatsii-sushchnost-soderzhanie-kriterii-otsenki> (data obrashcheniya 19.04.2024).
17. Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovyye usloviya i priority: dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, Moskva, 13–30 apr. 2021 g. / G. I. Abdrakhmanova i dr.— M.: Izd. dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2021. — 239.
18. **Chernyavskiy I.A., Larin N.S.** Tsifrovizatsiya protsessov na vsekh etapakh zhiznennogo tsikla ob»yekta kapital'nogo stroitel'stva // Inzhenernyy vestnik Dona. №4 (100). 2023. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protsessov-na-vseh-etapakh-zhiznennogo-tsikla-obekta-kapitalnogo-stroitelstva> (data obrashcheniya: 21.04.2024).
19. **Chubarova K.V., Tal'nikov D.M.** Ispol'zovaniye BIM-tehnologiy pri ekspluatatsii zdaniy i sooruzheniy // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Stroitel'stvo i arkhitektura – 2021». Rostov n / D. - 2021. S. 89-90.
20. **Shamshovich V.F.** Sovmestnaya deyatelnost' assotsiatsii obrazovatel'nykh organizatsiy v oblasti elektronnoy obucheniya // Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovmestnaya-deyatelnost-assotsiatsii-obrazovatelnykh-organizatsiy-v-oblasti-elektronnoy-obucheniya> (data obrashcheniya 09.04.2024).

21. **Shamshovich V.F., Fatkullin N.YU., Sakharova L.A., Glushkova L.M.** Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya // Vestnik UGNTU. Nauka, obrazovaniye, ekonomika. Seriya: Ekonomika. 2020. №1 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-obrazovaniya> (data obrashcheniya 05.04.2024).
22. **Sheina S.G., Chubarova K.V., Savin M.A.** Ispol'zovaniye BIM-tehnologiy v upravlenii stroitel'nykh ob'yektom // Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Stroitel'stvo i arkhitektura – 2022». Rostov n / D. 2021. S. 127-129.
23. **Sheina S.G., Shuykov S.L.** Normativnoye regulirovaniye i opyt vnedreniya BIM na razlichnykh etapakh zhiznennogo tsikla ob'yekta stroitel'stva v Rossii // Sovremennyye tendentsii v stroitel'stve, gradostroitel'stve i planirovke territoriy. 2022. №2 (1). S.4-11.
24. **Etri E., Karblank E., Girten D., Leshner M., Pilat D., Vaykoff E., Keykhin B.** Vektory tsifrovoy transformatsii // Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy: obrazovaniye, nauka, novaya ekonomika. 2020. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vektory-tsifrovoy-transformatsii> (data obrashcheniya 17.03.2024).
25. **Kineber A.F., Massoud M., Hamed M., Alhammadi Ya. and M. K. S. Al-Mhdawi.** Impact of Overcoming BIM Implementation Barriers on Sustainable Building Project Success: A PLS-SEM Approach // Buildings, 13(1), 2023. URL: <https://www.mdpi.com/2075-5309/13/1/178> (дата обращения 02.04.2024)
26. **Schultz A., Martin U., Diego E., Souza de Souza V., Kapogiannis G., Ruddock L.** The Economics of BIM and Added Value of BIM to the Construction Sector and Society // Academia.edu – URL: https://www.academia.edu/10127269/The_Economics_of_BIM_and_added_value_of_BIM_to_Construction_Sector_and_Society (дата обращения 11.04.2024)
27. **Aranda J.A. Martin-Dorta N, Naya F., Conesa-Pastor J., Contero M.** Sustainability and Interoperability: An Economic Study on BIM Implementation by a Small Civil Engineering Firm. Sustainability // MDPI, Volume 12(22), pages 1-16, November 2020. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9581>
28. **Toan N., Tam N., Diep T., Anh Ph.** Adoption of building information modeling in the construction project life cycle: benefits for stakeholders // Architecture and Engineering, Volume 7, Issue 1, 2022 URL: https://www.researchgate.net/publication/359649766_adoption_of_building_information_modeling_in_the_construction_project_life_cycle_benefits_for_stakeholders (дата обращения 11.04.2024).

29. **Oladiran O.J., Simeon D.R., Anyira S.O.** Building Information Modelling (BIM): Drivers, barriers and socio- economic benefits // Covenant Journal of Research in the Built Environment, Volume 10(2), 2022 pages 13-23 URL: <https://journals.covenantuniversity.edu.ng/index.php/cjrbe/article/view/3199> (дата обращения 19.04.2024).
30. **Li P., Zheng Sh., Si H., Xu K.** Critical Challenges for BIM Adoption in Small and Medium-Sized Enterprises: Evidence from China // Hindawi, Advances in Civil Engineering, Volume 2019, Article ID 9482350, URL: <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/9482350/> (дата обращения 02.04.2024).