

## ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ

**С.А. Баркалов**, [sbarkalov@nm.ru](mailto:sbarkalov@nm.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6183-3004>  
**Т.А. Аверина**, [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>  
**А.А. Писарева**, [alinapisareva2012@gmail.com](mailto:alinapisareva2012@gmail.com)

*Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Строительная отрасль переживает этап глубокой технологической трансформации, движимой развитием цифровых технологий и растущими требованиями к эффективности, срокам и стоимости реализации проектов. Несмотря на очевидный потенциал цифровизации, значительная часть российских строительных компаний продолжает использовать устаревшие линейно-функциональные модели управления, характеризующиеся разрозненностью данных, бумажным документооборотом и низкой операционной эффективностью. **Материалы и методы.** В работе проведен анализ эволюции строительных технологий, классификация современных технологических решений и оценка их влияния на бизнес-процессы. Использованы методы структурного анализа, моделирования бизнес-процессов, матричное ранжирование процессов и оценка экономической эффективности. **Цель исследования** – разработка методологического подхода и практических рекомендаций по совершенствованию бизнес-процессов строительной компании для перехода к цифровой организации управления. **Результаты.** Выделены и структурированы 13 ключевых бизнес-процессов строительной компании, сгруппированных по видам деятельности. Проведено их ранжирование по важности, проблемности и возможности изменений, что позволило определить три наиболее приоритетных процесса: «Управление инвестиционно-строительным проектом», «Проектирование и подготовка строительства», «Разработка и сопровождение ИТ-систем». Разработана целевая модель ключевого процесса «Управление инвестиционно-строительным проектом» (в нотации IDEF0), отражающая переход от традиционной линейно-функциональной структуры к цифровой платформенной модели на базе единой среды данных (CDE), сквозного BIM и ERP-системы. **Заключение.** Цифровая трансформация бизнес-процессов строительной компании является стратегической необходимостью для повышения операционной эффективности, прозрачности управления и конкурентоспособности. Предложенный подход, основанный на приоритизации процессов по критическим факторам успеха и функциональном моделировании IDEF0, позволяет системно перейти к платформенной модели управления с единой средой данных (CDE) и сквозным BIM. Прогнозный экономический эффект от внедрения предложенных решений положительный и достигает значительных величин при умеренных инвестициях. Ключевыми драйверами эффекта являются снижение материальных и логистических затрат, сокращение административных расходов и оптимизация сроков реализации проектов.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, строительная компания, бизнес-процессы, информационное моделирование зданий (BIM), функциональное моделирование IDEF0, экономическая эффективность, управление проектами, организационная структура, цифровая структура управления

**Для цитирования:** Баркалов С.А., Аверина Т.А., Писарева А.А. Цифровая трансформация бизнес-процессов строительной компании // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». 2026. Т. 26, № 2. С. 74–94. DOI: 10.14529/ctcr260207

Original article  
DOI: 10.14529/ctcr260207

## DIGITAL TRANSFORMATION OF BUSINESS PROCESSES IN A CONSTRUCTION COMPANY

S.A. Barkalov, [sbarkalov@nm.ru](mailto:sbarkalov@nm.ru), <https://orcid.org/0000-0001-6183-3004>  
T.A. Averina, [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9150-9018>  
A.A. Pisareva, [alinapisareva2012@gmail.com](mailto:alinapisareva2012@gmail.com)

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

**Abstract.** The construction industry is undergoing a phase of profound technological transformation, driven by the development of digital technologies and increasing demands for efficiency, timeliness, and cost of project implementation. Despite the obvious potential of digitalization, a significant portion of Russian construction companies continues to use outdated linear-functional management models characterized by data fragmentation, paper-based document flow, and low operational efficiency. **Materials and Methods.** The study analyzes the evolution of construction technologies, classifies modern technological solutions, and assesses their impact on business processes. Methods of structural analysis, business process modeling, matrix ranking of processes, and economic efficiency assessment are used. The research objective is to develop a methodological approach and practical recommendations for improving the business processes of a construction company to transition to a digital management organization. **Results.** Thirteen key business processes of a construction company are identified and structured, grouped by activity type. They are ranked by importance, problematic nature, and potential for change, allowing the identification of three highest-priority processes: “Investment and Construction Project Management”, “Design and Construction Preparation”, and “IT Systems Development and Maintenance”. A target model of the key process “Investment and Construction Project Management” (in IDEF0 notation) is developed, reflecting the transition from a traditional linear-functional structure to a digital platform model based on a Common Data Environment (CDE), end-to-end BIM, and an ERP system. **Conclusion.** Digital transformation of construction company business processes is a strategic necessity for improving operational efficiency, management transparency, and competitiveness. The proposed approach, based on prioritizing processes by critical success factors and IDEF0 functional modeling, enables a systematic transition to a platform-based management model with a Common Data Environment (CDE) and end-to-end BIM. The projected economic effect of implementing the proposed solutions is positive and reaches significant values with moderate investment. The key drivers of this effect are reduced material and logistics costs, reduced administrative expenses, and optimized project implementation timelines.

**Keywords:** digital transformation, construction company, business processes, building information modeling (BIM), IDEF0 functional modeling, economic efficiency, project management, organizational structure, digital management structure

**For citation:** Barkalov S.A., Averina T.A., Pisareva A.A. Digital transformation of business processes in a construction company. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*. 2026;26(2):74–94. (In Russ.) DOI: 10.14529/ctcr260207

### Введение

Строительная отрасль проходит период масштабных изменений, определяемых глобальными вызовами и возможностями цифровой эпохи. Глобализация рынков, ужесточение экологических и технических нормативов, хронический дефицит квалифицированной рабочей силы, волатильность цен на материалы и возрастающие требования заказчиков к качеству, срокам и стоимости проектов формируют сложную конкурентную среду. В этих условиях традиционные управленческие парадигмы, основанные на жесткой линейно-функциональной иерархии, бумажном документообороте и реактивном подходе к решению проблем, демонстрируют свою неэффективность, становясь источником системных рисков и ограничителем роста.

Многочисленные отраслевые исследования констатируют, что строительная индустрия исторически демонстрирует один из самых низких темпов роста производительности труда среди основных секторов экономики [1, 2]. Эта «производительная стагнация» во многом обусловлена низким уровнем внедрения современных технологий, фрагментацией процессов, высокой зави-

симостью от ручного труда и субъективных решений. В то же время рост цифровых технологий – информационного моделирования зданий (BIM), интернета вещей (IoT), больших данных (Big Data), искусственного интеллекта (ИИ), робототехники и аддитивного производства – открывает принципиально новые возможности для кардинального пересмотра подходов к проектированию, строительству и эксплуатации объектов.

Однако технологический потенциал сам по себе не гарантирует успеха. Ключевым вызовом для строительных компаний является не столько закупка современного программного обеспечения или оборудования, сколько фундаментальная трансформация бизнес-процессов и организационной структуры для его эффективного использования. Цифровая трансформация – это прежде всего преобразование бизнес-модели, управленческих практик и корпоративной культуры, обеспечиваемое технологиями [3]. Недостаточно автоматизировать существующие неэффективные процессы; необходимо перепроектировать их, создавая сквозные, интегрированные и управляемые данными потоки создания ценности.

Актуальность настоящего исследования обусловлена объективной необходимостью для российских строительных компаний разработать системную методологию перехода от устаревших операционных моделей к цифровой организации управления. Несмотря на растущий интерес к тематике BIM и цифровизации, в научной литературе и практической деятельности часто преобладает фрагментарный, технологически ориентированный подход, не учитывающий в должной мере необходимость комплексной реорганизации всей системы бизнес-процессов компании и оценки экономических последствий таких изменений.

Цель исследования заключается в разработке теоретических положений и практических рекомендаций по совершенствованию бизнес-процессов строительной организации, направленных на формирование цифровой модели управления проектами.

### **Материалы и методы**

В исследовании применяется комплексный подход, основанный на анализе широкого круга научных и отраслевых источников. Теоретический фундамент сформирован на основе двух ключевых направлений: фундаментальных публикаций по истории строительной техники и эволюции технологий, а также современных работ в области управления проектами, отражающих актуальные отраслевые тренды.

Центральное место в анализе заняли исследования, посвященные информационному моделированию зданий (BIM). В работе Salman Azhar [4] данная технология рассматривается как ключевой инструмент повышения эффективности проектного управления, при этом авторы акцентируют внимание не только на ее потенциальных преимуществах, но и на сопутствующих рисках и проблемах внедрения. Для структурирования базовых принципов и нормативно-методических основ BIM были проанализированы положения специализированного руководства К.В. Глаголева [5].

В контексте смежных технологических направлений интерес представляет работа Chuck Eastman [6], в которой рассматриваются вопросы роботизации и автоматизации в строительстве, а также предлагается комплексный анализ институциональных и технических барьеров их внедрения.

В работе Т.Н. Кисель [7] обобщен опыт ведущих компаний, представлена оценка фактического уровня цифровизации на предприятиях инвестиционно-строительной сферы, выявлены существующие несоответствия.

В методологическом плане работа построена на последовательном применении ряда взаимосвязанных методов. Первоначально был проведен исторический анализ, позволивший выделить основные этапы эволюции технологий в строительстве. Далее осуществлена классификация современных технологических решений по областям их применения, что позволило систематизировать их влияние на бизнес-процессы. При идентификации и структурировании ключевых бизнес-процессов (БП) строительной компании использовался процессный подход к управлению, а также методология эталонного моделирования. За основу была взята классификация БП по видам деятельности (основные, обеспечивающие, управленческие), адаптированная к специфике строительной отрасли на основе анализа аналогичных практик. Для определения декомпозиции верхнего уровня БП были учтены ключевые стадии жизненного цикла инвестиционно-строительного

проекта и функции, необходимые для их поддержки, что соответствует принципам сквозного процессного управления. Ключевым этапом стал структурный анализ деятельности строительной компании, в рамках которого были выявлены и описаны тринадцать ключевых бизнес-процессов, сгруппированных по типам. Для определения стратегических приоритетов трансформации использовался метод критических факторов успеха (КФУ), на основе которого были выделены семь ключевых факторов, таких как внедрение цифровых технологий, повышение операционной эффективности и сокращение сроков строительства. Последующее ранжирование бизнес-процессов проводилось с помощью матричного метода, оценивающего каждый процесс по трем интегральным критериям: его важность (через количество связанных КФУ), степень проблемности (по пятибалльной шкале) и возможность проведения изменений с учетом финансовых, кадровых и законодательных барьеров [8].

Для углубленного анализа и визуализации наиболее приоритетного процесса – «Управление инвестиционно-строительным проектом» – была применена методология функционального моделирования IDEF0. Это позволило построить и детально сравнить модели процесса «как есть» и «как должно быть», наглядно демонстрируя планируемые изменения. Параллельно проводился сравнительный анализ организационных структур, сопоставляющий традиционную линейно-функциональную модель с целевой цифровой сетевой структурой. Экономическое обоснование предлагаемых изменений было выполнено с помощью метода прогнозной оценки эффективности. На основе модели условной строительной компании проведены расчеты капитальных и операционных затрат, годового экономического эффекта, срока окупаемости инвестиций (PP) и возврата на инвестиции (ROI). Весь процесс исследования сопровождался синтезом и обобщением полученных результатов, что обеспечило целостность и практическую направленность разработанной концепции цифровой трансформации.

### 1. Теоретические основы и анализ технологического развития в строительстве

Понимание текущего состояния и будущих траекторий развития строительной отрасли невозможно без ретроспективного анализа пройденного технологического пути [9]. Эволюция технологий в строительстве представляет собой не линейный процесс накопления инструментов, а последовательную смену технологических укладов и управленческих парадигм, каждый из которых кардинально изменял производительность, экономику и организацию строительного производства [10].

В рамках исследования предложена периодизация, определяющая четыре ключевых этапа эволюции (рис. 1), каждый из которых характеризуется уникальным набором доминирующих технологий, материалов, энергетических базисов и принципов организации труда.

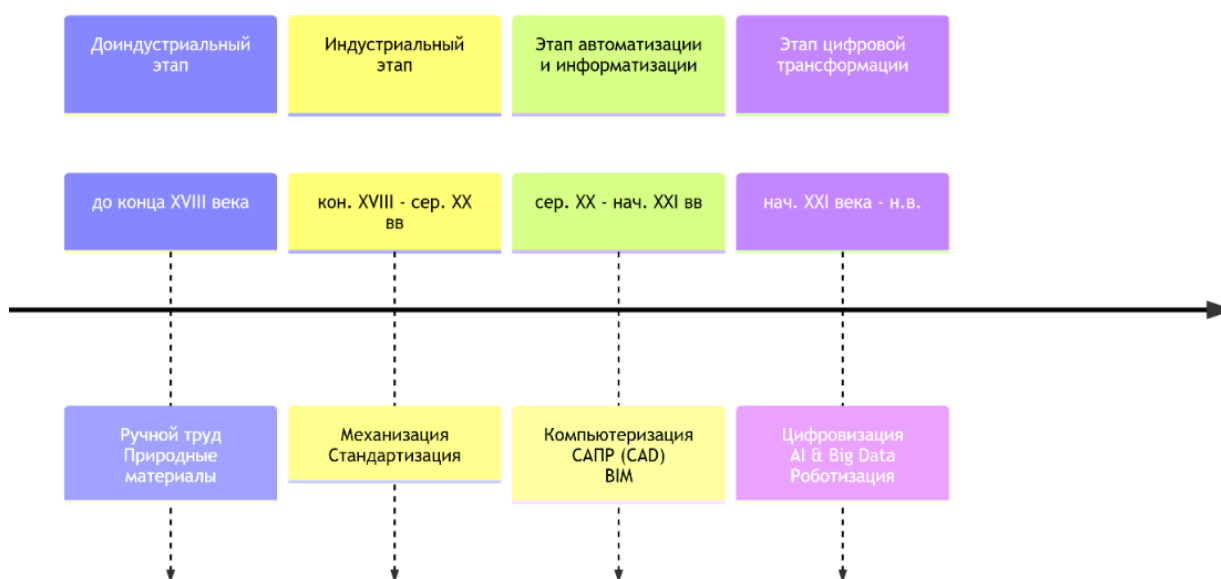


Рис. 1. Основные этапы эволюции технологий в строительстве  
Fig. 1. The main stages of the technology evolution in construction

Доиндустриальная эпоха: ручной труд, примитивные инструменты, натуральные материалы, обучение от мастера к подмастерью, отсутствие формализации процессов.

Индустриальный этап: промышленная революция, механизация, массовые технологии (железобетон, сталь), формирование крупных компаний, появление методов и инструментов управления проектами.

Автоматизация и информатизация: использование компьютеров и программного обеспечения (CAD, MS Project), возникновение концепции BIM, улучшение точности проектирования, но сохранение проблемы разрозненности данных.

Цифровая трансформация: глубокая интеграция цифровых технологий, использование IoT, больших данных, AI, облачных платформ, робототехники, создание единого информационного пространства, смещение фокуса на интеллектуальное управление объектами на протяжении всего жизненного цикла.

Анализ эволюции позволяет выявить ключевую закономерность: каждый новый технологический уклад не просто добавлял новые инструменты, но требовал коренной перестройки организации производства, управления и компетенций. Современный этап цифровой трансформации является наиболее радикальным, так как ставит под вопрос саму целесообразность многих традиционных бизнес-процессов и организационных форм, сложившихся в индустриальную эпоху. Для строительной компании игнорирование этой трансформации означает не просто отставание в эффективности, а стратегический риск утраты конкурентоспособности.

Стоит отметить, что современный этап развития строительной отрасли характеризуется не изолированным развитием отдельных технологий, а их конвергенцией и синергетической интеграцией, формирующей новую технологическую экосистему. Воздействие этих технологий носит сквозной характер, охватывая все этапы жизненного цикла строительного объекта – от концепции и проектирования до строительства, эксплуатации и вывода из использования (рис. 2).

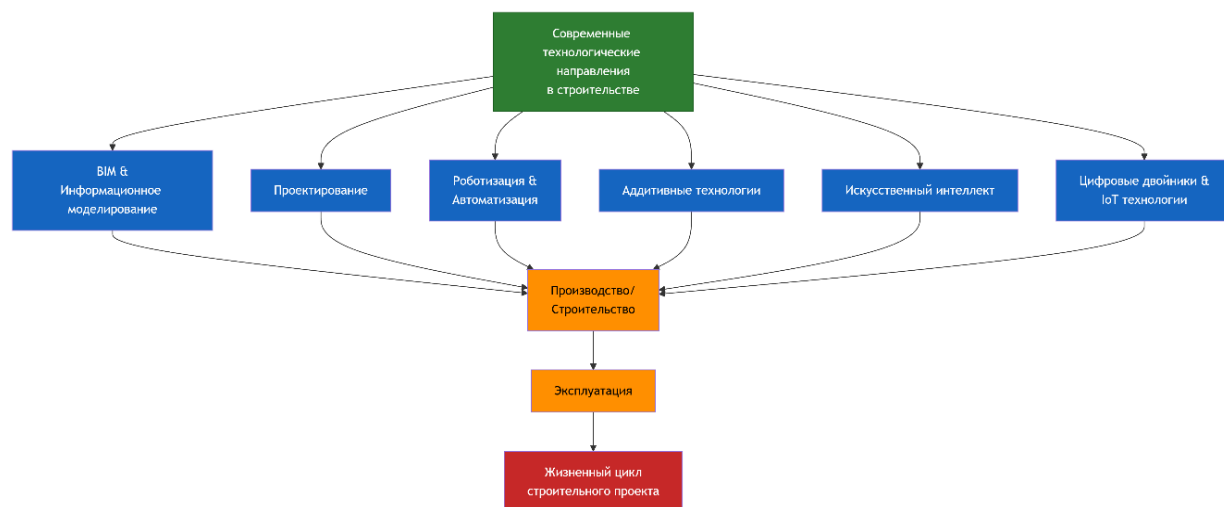


Рис. 2. Взаимосвязь современных технологических направлений  
Fig. 2. Interrelation of modern technological directions

Все технологические направления взаимосвязаны и создают синергетический эффект, повышая эффективность управления всем жизненным циклом строительного объекта от концепции до вывода из эксплуатации.

Для системного понимания влияния технологий на деятельность компании необходима их классификация не по техническому принципу, а по области применения и уровню воздействия на бизнес-процессы. В рамках исследования предложена классификация (табл. 1), которая связывает группы технологий с конкретными решениями, характером их влияния и примерами внедрения.

Важнейший вывод проведенной классификации заключается в том, что современные технологии перестали быть просто инструментарием для выполнения локальных задач. Они превратились в стратегический актив, определяющий архитектуру бизнес-модели компании. Их успешное внедрение требует не разовых закупок, а комплексного подхода, включающего интеграцию тех-

нологий между собой, перепроектирование процессов с ориентацией на полный жизненный цикл и адаптацию организационной структуры и компетенций персонала.

Таблица 1

Классификация современных строительных технологий  
по областям применения

Table 1

Classification of modern construction technologies by application area

Группа технологий	Конкретные технологии	Влияние на бизнес-процессы	Примеры внедрения
Информационного моделирования (BIM)	3D-, 4D-, 5D-модели, CDE, Digital Twin	Сокращение ошибок, точное планирование, управление жизненным циклом	Autodesk BIM 360, РИК, ГК «Самолет» [11]
Автоматизации и роботизации	Строительные роботы, автономная техника, 3D-печать, БПЛА	Рост производительности, снижение риска травм, уменьшение отходов	АМТ-Спецавиа, компания ICON [12]
На основе данных (Data-driven)	Big Data, AI, ML, IoT	Улучшенные прогнозы, оптимизация поставок, контроль качества	ALICE Technologies, Samsung C&T [13]
Материалы и аддитивные технологии	Самовосстанавливающиеся материалы, композиты, 3D-печать металла	Повышение надежности, сокращение сроков, упрощение форм	ХЬЮСТОН, Delft University of Technology [14]
Методы управления и организации	Scrum, Agile, бережливое строительство, модульное строительство	Минимизация потерь, ускорение реализации, повышение гибкости	Ависта Модуль Инжиниринг [15]

Внедрение рассмотренных технологий оказывает не корректирующее, а трансформационное воздействие на организацию бизнес-процессов строительной компании. Это воздействие носит системный характер, затрагивая операционную деятельность, управленческие практики, организационную структуру и культуру компании (рис. 3).

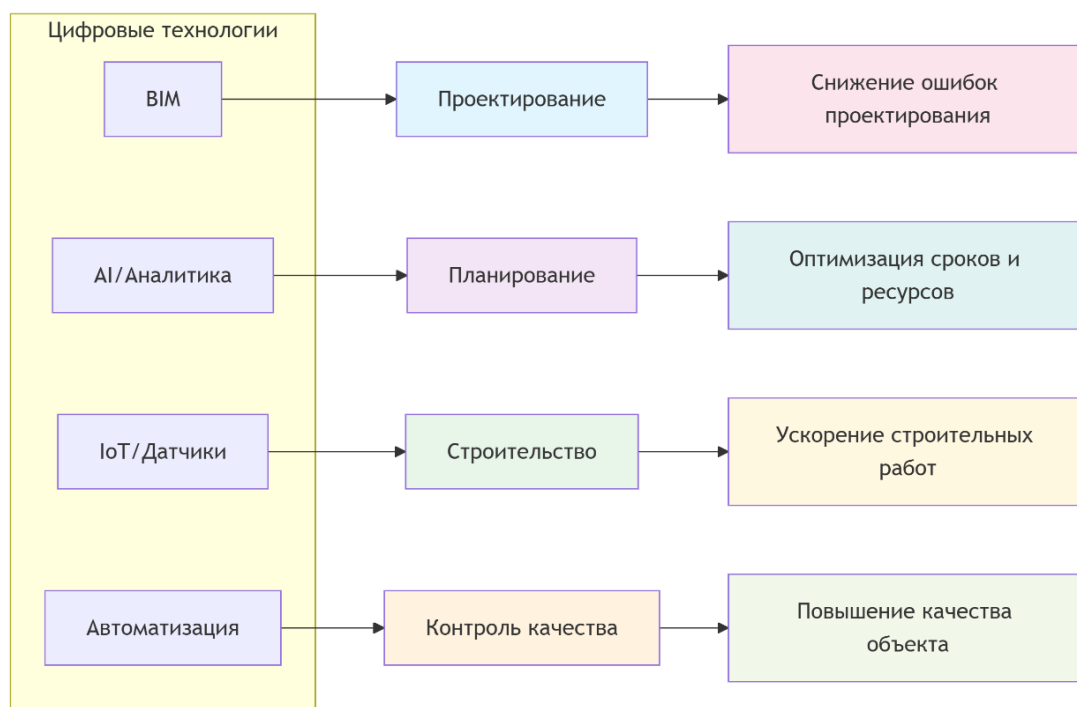


Рис. 3. Системное влияние цифровых технологий на бизнес-процессы строительной компании  
Fig. 3. Systemic impact of digital technologies on business processes of a construction company

Для детального анализа проведено сопоставление традиционной и цифровой организации ключевых бизнес-процессов (табл. 2).

Таблица 2  
Анализ воздействия новых технологий на ключевые бизнес-процессы

Table 2

Analysis of the new technologies impact on key business processes

Бизнес-процесс	Традиционная организация	Организация с использованием новых технологий	Количественный эффект
Управление проектированием	Разрозненные чертежи, ручная координация изменений, множественные коллизии	Единая BIM-модель, автоматическое выявление коллизий, облачная координация	Снижение количества ошибок на 40–50 %, сокращение времени согласований на 30 % [5]
Планирование и оценка стоимости	Руководство сметными нормами, экспертные оценки, статические графики	5D-BIM-моделирование, автоматическое объемно-календарное планирование, предиктивная аналитика	Точность сметных расчетов повышается на 15–20 %, сокращение времени планирования на 25–35 % [5]
Управление снабжением и логистикой	Ручной учет, бумажные накладные, эмпирическое управление запасами	IoT-датчики, RFID-метки, автоматизированные системы складского учета, блокчейн для отслеживания поставок	Сокращение потерь материалов на 20–25 %, уменьшение простоев из-за отсутствия материалов на 30 % [7]
Управление строительным производством	Визуальный контроль, бумажные журналы работ, реактивное устранение проблем	Дроны для мониторинга, носимые устройства, BIM-модели на планшетах, предиктивная аналитика рисков	Рост производительности труда на 10–15 %, сокращение сроков строительства на 10–20 % [16]
Контроль качества и безопасность	Выборочные проверки, бумажные акты, статистика по произошедшим инцидентам	Компьютерное зрение для контроля качества, датчики на конструкциях, умная каска с датчиками, анализ данных в реальном времени	Снижение количества дефектов на 25–30 % [1]

Согласно табл. 2, новые технологии радикально меняют строительную отрасль, повышая эффективность (сокращая сроки и ошибки), позволяя предсказывать и предотвращать проблемы, создавая единую цифровую среду, оптимизируя ресурсы и усиливая конкурентоспособность компаний благодаря глубоким изменениям в бизнес-процессах.

Ключевым следствием технологической трансформации является эволюция организационной структуры (рис. 4, 5; табл. 3).

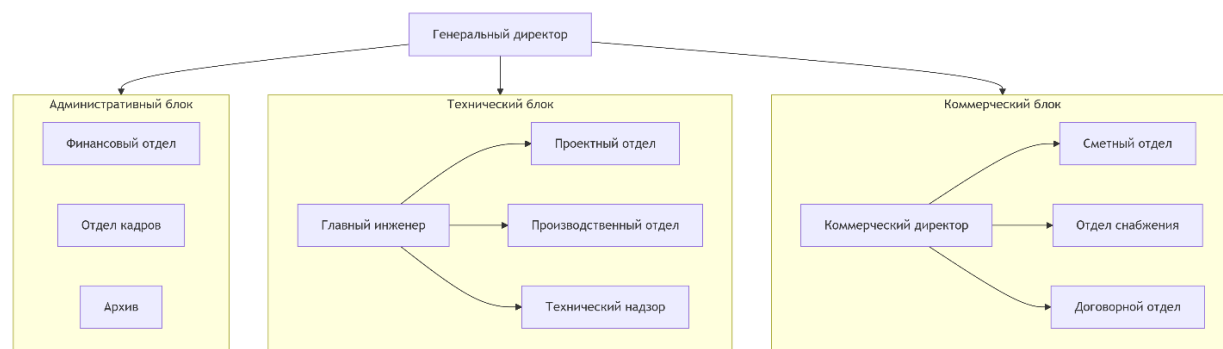


Рис. 4. Традиционная ОСУ  
Fig. 4. Traditional organizational management structure

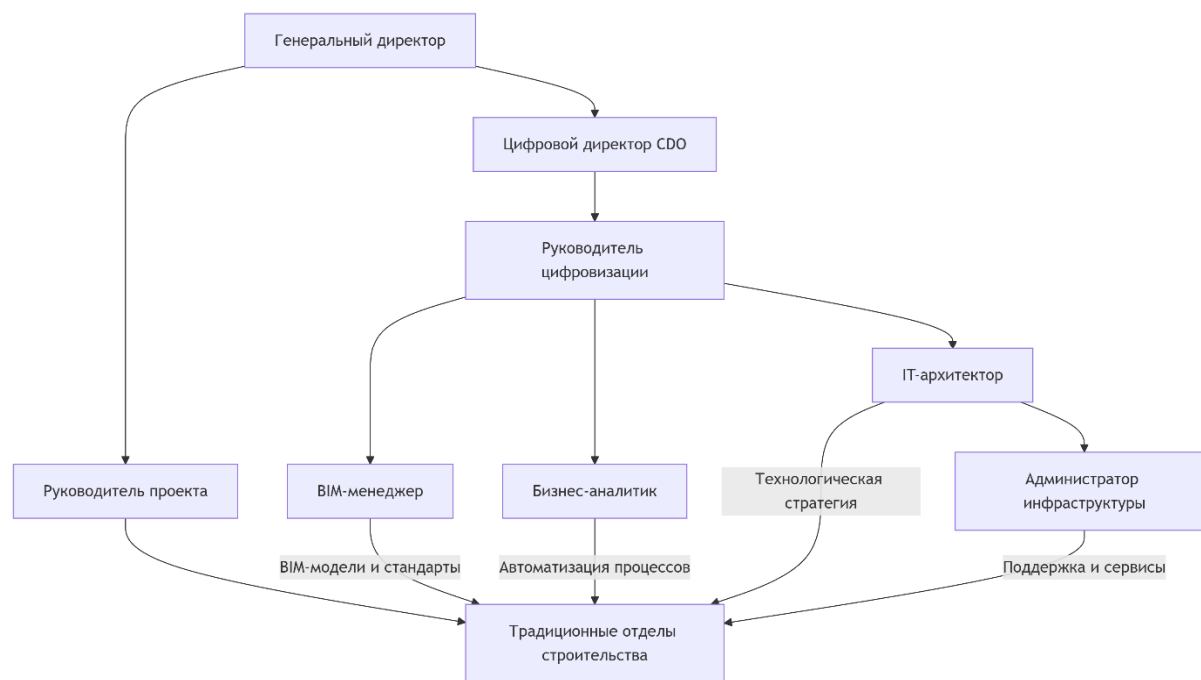


Рис. 5. Трансформированная ОСУ  
Fig. 5. Transformed organizational management structure

Ключевой вызов для цифровой трансформации – организационная модель, основанная на информационно разрозненных функциональных подразделениях. Такая архитектура порождает три системные проблемы: изолированные базы данных, дублирование усилий и критическую потерю скорости на этапах взаимодействия и согласования.

Цифровая трансформация в строительной отрасли требует фундаментального перехода от традиционной иерархической структуры к сетевой платформенной модели. Ключевым элементом этой трансформации становится единая цифровая платформа (Common Data Environment, CDE), которая заменяет вертикальные цепочки подчинения горизонтальными связями между всеми участниками процессов.

#### 1. Институционализация цифровых ролей: формирование новых компетенций

Создание специализированных цифровых подразделений становится стратегическим ответом на вызовы трансформации. Например, в ГК «ПИК» была создана система управления знаниями для BIM, которая централизованно координирует внедрение технологий на всех проектах компании [17]. По данным исследования McKinsey, компании со структурированными центрами цифровых компетенций достигают на 40–50 % более высокой скорости внедрения технологий по сравнению с организациями, где цифровизация распределена по отделам [1].

#### 2. Трансформация традиционных функций: от документов к данным

Традиционные отделы кардинально меняют свою функциональную нагрузку. Например, сметные службы переходят от работы с нормативными таблицами к аналитике на основе 5D-BIM-моделей. Внедрение автоматического формирования ведомостей в BIM-среде в компании «Мостострой-11» способствовало уменьшению трудозатрат на подготовку сметной документации при параллельном повышении точности расчетов [18].

#### 3. Кросс-функциональные команды: гибкость через платформу

Формирование временных проектных команд, объединяющих специалистов разных профилей, становится новой нормой. В проекте «Лахта Центр» создание виртуальной рабочей группы в среде Autodesk BIM 360 позволило сократить время решения проблемы с фасадными конструкциями с 2–3 недель до 3 дней [19]. По данным исследования JLL, использование CDE для кросс-функционального взаимодействия снижает количество запросов на уточнение информации (RFI) на 40–50 %.

#### 4. Data-driven управление: решения на основе аналитики

Переход к управлению на основе данных демонстрирует измеримые результаты. В ГК «Эталон» внедрение дашбордов на базе Power BI для мониторинга ключевых показателей позволило

сократить объем незапланированных работ в прогнозном значении на 12–15 % [20]. Согласно отчету FMI Corporation, компании, реализующие Data-driven подход в строительстве, экономят в среднем 1,5–2 % от общего бюджета проекта за счет сокращения переделок и оптимизации процессов [21].

Эволюция организационной структуры в строительстве проходит через четыре взаимосвязанных этапа: создание цифровых подразделений, трансформацию традиционных функций, внедрение кросс-функциональных команд и переход к Data-driven управлению. Ключевым фактором успеха становится интеграция этих элементов через единую цифровую платформу, которая обеспечивает синергию между технологическими и организационными изменениями [22, 23].

## 2. Совершенствование бизнес-процессов строительной компании на основе цифровой трансформации

Подавляющее большинство строительных компаний в России, особенно среднего звена, до сих пор функционирует в рамках классической линейно-функциональной организационной структуры. Согласно данным отраслевого исследования НОСТРОЙ, около 85 % компаний сохраняют эту модель [16]. Ее устойчивость объясняется исторической преемственностью, понятностью и простотой управления в условиях стабильной среды с ограниченным числом проектов.

Накопившиеся системные проблемы обуславливают острую необходимость в трансформации. Важно понимать, что цифровая трансформация – это не просто внедрение отдельных программ, а фундаментальное изменение бизнес-модели и структуры управления. Ее цель – создание единого цифрового пространства для всех участников проекта.

Для наглядности сопоставления двух подходов рассмотрим ключевые различия в табл. 3.

Сравнительный анализ: от традиционной к цифровой структуре  
Comparative Analysis: From Traditional to Digital Structure

Таблица 3

Table 3

Критерий	Традиционная структура	Цифровая структура
Управление данными	Разрозненные файлы (Excel, Word), бумажные носители	Единая централизованная платформа (BIM, ERP, CDE)
Коммуникация	Вертикальная, через иерархию	Горизонтальная, сквозная, между всеми участниками
Принятие решений	Реактивное, на основе опыта и интуиции	Проактивное, на основе данных и аналитики
Скорость процессов	Низкая, из-за бюрократии и ручного труда	Высокая, за счет автоматизации и прямых коммуникаций
Контроль и прозрачность	Фрагментарный, запаздывающий	Полный, в реальном времени
Риски	Высокие, трудно прогнозируемые	Управляемые, прогнозируемые с помощью аналитики

Цифровая трансформация представляет собой ответ на эти системные вызовы. Ее цель – не автоматизация текущих процессов, а создание единого цифрового пространства (цифровой платформы), которое перестраивает всю логику работы компании. Ключевые преимущества цифровой модели управления:

– сквозная прозрачность: все данные аккумулируются в единой среде (CDE на базе BIM и ERP), обеспечивая «единый источник истины» и доступ к актуальной информации для всех авторизованных участников в режиме реального времени;

– проактивное и предиктивное управление: аналитические системы на основе больших данных и ИИ позволяют прогнозировать риски (задержки поставок, превышение сметы) и принимать упреждающие меры;

– горизонтальные коммуникации и коллаборация: цифровые платформы (Autodesk Construction Cloud, PlanGrid) позволяют командам напрямую обмениваться информацией, моделями и документами, минуя длинные иерархические цепочки;

– автоматизация рутинных операций: Robotic Process Automation (RPA) и бизнес-правила

в ERP-системах высвобождают сотрудников от ручного ввода данных, сверки документов, формирования стандартных отчетов;

– управление, основанное на данных (Data-Driven Decision Making): решения принимаются на основе анализа объективных метрик и KPI, отображаемых на дашбордах, а не на основе субъективных мнений или устаревших отчетов.

Проведенный анализ демонстрирует, что переход от традиционной линейно-функциональной модели к гибкой цифровой структуре является не просто технологическим трендом, а объективной необходимостью для повышения конкурентоспособности строительных компаний. Цифровая трансформация позволяет преодолеть ключевые системные недостатки иерархической системы, обеспечивая принципиально новый уровень прозрачности, скорости и эффективности управления проектами.

Проведем идентификацию и структурирование ключевых бизнес-процессов строительной компании. Выделим бизнес-процессы, требующие цифровой трансформации (табл. 4).

Структура бизнес-процессов строительной компании

Таблица 4

Table 4

Business process structure of a construction company

Категория процесса	№	Название процесса
Основные	Б-П <sub>1</sub>	Управление инвестиционно-строительным проектом
	Б-П <sub>2</sub>	Проектирование и подготовка строительства
	Б-П <sub>3</sub>	Управление цепочкой поставок
	Б-П <sub>4</sub>	Строительное производство
	Б-П <sub>5</sub>	Контроль качества и безопасности
Вспомогательные	Б-П <sub>6</sub>	Управление персоналом и компетенциями
	Б-П <sub>7</sub>	Разработка и сопровождение ИТ-систем
	Б-П <sub>8</sub>	Материально-техническое обеспечение
	Б-П <sub>9</sub>	Поддержание инфраструктуры
Управленческие	Б-П <sub>10</sub>	Стратегическое планирование и развитие
	Б-П <sub>11</sub>	Оперативное управление и контроль
	Б-П <sub>12</sub>	Финансовый мониторинг и отчетность
	Б-П <sub>13</sub>	Управление филиальной сетью и объектами

Данная структуризация создает системное представление о деятельности компании и служит основой для проведения диагностики и приоритизации процессов, подлежащих цифровой трансформации.

Учитывая ограниченность ресурсов (финансовых, временных, человеческих), компания не может одновременно трансформировать все 13 процессов. Для определения стратегических приоритетов был применен метод критических факторов успеха (КФУ) в сочетании с матричным ранжированием.

**Шаг 1.** Определение критических факторов успеха (КФУ).

На основе анализа отраслевых тенденций и стратегических целей цифровизации были выделены семь КФУ для строительной компании:

КФУ<sub>1</sub> – внедрение передовых цифровых технологий;

КФУ<sub>2</sub> – повышение операционной эффективности;

КФУ<sub>3</sub> – обеспечение прозрачности управления;

КФУ<sub>4</sub> – сокращение сроков строительства;

КФУ<sub>5</sub> – снижение себестоимости проектов;

КФУ<sub>6</sub> – повышение качества строительства;

КФУ<sub>7</sub> – развитие кадрового потенциала;

**Шаг 2.** Оценка важности бизнес-процессов.

Путем экспертной оценки было установлено соответствие каждого бизнес-процесса выделенным КФУ (табл. 5).

Таблица 5

Матрица сопоставления бизнес-процессов и КФУ

Table 5

Business Process and Key Success Factor Mapping Matrix

Бизнес-процесс	КФУ <sub>1</sub>	КФУ <sub>2</sub>	КФУ <sub>3</sub>	КФУ <sub>4</sub>	КФУ <sub>5</sub>	КФУ <sub>6</sub>	КФУ <sub>7</sub>	Важность
Б-П <sub>1</sub> – Управление проектом	+	+	+	+	+	+	+	7
Б-П <sub>2</sub> – Проектирование	+	+	+	+	+	+	+	7
Б-П <sub>3</sub> – Управление поставками	+	+	+	+	+			5
Б-П <sub>4</sub> – Строительное производство	+	+	+	+	+	+		6
Б-П <sub>5</sub> – Контроль качества	+	+	+		+	+		5
Б-П <sub>6</sub> – Управление персоналом	+						+	2
Б-П <sub>7</sub> – Разработка ИТ-систем	+	+	+	+	+	+	+	7
Б-П <sub>8</sub> – МТО	+	+		+	+			4
Б-П <sub>9</sub> – Поддержание инфраструктуры	+							1
Б-П <sub>10</sub> – Стратегическое планирование	+	+	+				+	4
Б-П <sub>11</sub> – Оперативное управление	+	+	+	+	+			5
Б-П <sub>12</sub> – Финансовый мониторинг	+	+	+		+			4
Б-П <sub>13</sub> – Управление филиальной сетью	+	+	+					3

Количество связанных с процессом КФУ определяло его важность (В). Наиболее важными (В = 7) оказались процессы, влияющие на все факторы успеха: Б-П<sub>1</sub> (Управление проектом), Б-П<sub>2</sub> (Проектирование) и Б-П<sub>7</sub> (Разработка ИТ-систем).

**Шаг 3.** Оценка проблемности бизнес-процессов.

Для каждого процесса была проведена диагностика и присвоена интегральная оценка проблемности (П) по 5-балльной шкале, где 1 – процесс эффективен, 5 – процесс неэффективен и имеет критические проблемы (табл. 6).

Таблица 6

Оценка степени проблемности бизнес-процессов

Table 6

Business Process Problem Score

Бизнес-процесс	Проблемы	Сила проблемы	Проблемность
Б-П <sub>1</sub> – Управление проектом	Разрозненность данных, длительные согласования	5	5
Б-П <sub>2</sub> – Проектирование	Коллизии в документации, ручная работа	4	5
Б-П <sub>3</sub> – Управление поставками	Простои, перерасход материалов	2	4
Б-П <sub>4</sub> – Производство	Низкая производительность, бумажная отчетность	3	3
Б-П <sub>5</sub> – Контроль качества	Отсутствие автоматизированных систем	4	4
Б-П <sub>6</sub> – Управление персоналом	Устаревшие методы оценки	2	1
Б-П <sub>7</sub> – Разработка ИТ-систем	Функциональная несовместимость	5	5
Б-П <sub>8</sub> – Материально-техническое обеспечение	Неэффективное управление запасами	2	4
Б-П <sub>9</sub> – Инфраструктура	Реактивное обслуживание	1	1
Б-П <sub>10</sub> – Стратегическое планирование	Устаревшие данные, слабый анализ сценариев	3	5
Б-П <sub>11</sub> – Оперативное управление	Запаздывание реагирования	3	5
Б-П <sub>12</sub> – Финансовый мониторинг	Длительность учета, фрагментарность данных	3	3
Б-П <sub>13</sub> – Филиалы	Сложность контроля, отсутствие единых стандартов	4	2

Максимальную оценку ( $\Pi = 5$ ) получили процессы Б-П<sub>1</sub>, Б-П<sub>2</sub>, Б-П<sub>7</sub>, Б-П<sub>10</sub> (Стратегическое планирование) и Б-П<sub>11</sub> (Оперативное управление), что свидетельствует о глубоких системных дисфункциях именно в этих областях.

**Шаг 4.** Построение матрицы ранжирования.

На основе оценок важности (В) и проблемности (П) была построена двухмерная матрица (рис. 6), разделенная на зоны приоритетности. Процессы, попавшие в правый верхний квадрант (высокая важность, высокая проблемность), были отнесены к категории высокого приоритета.

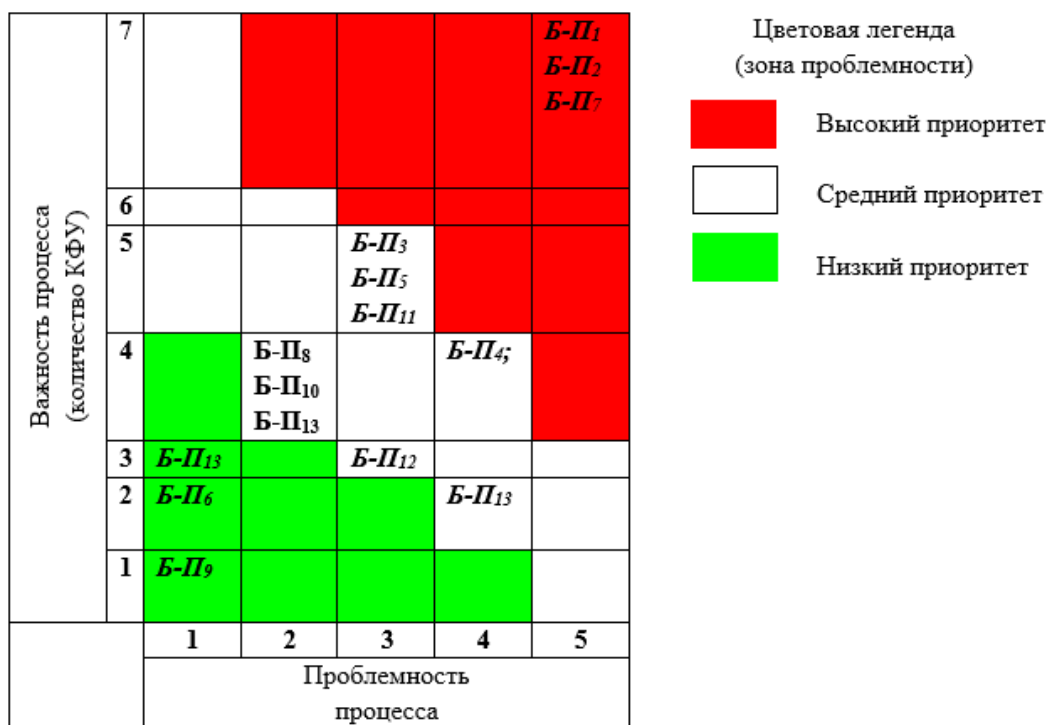


Рис. 6. Матрица ранжирования  
Fig. 6. Ranking matrix

Наиболее проблемными оказались следующие бизнес-процессы: Б-П<sub>1</sub> – Управление проектом, Б-П<sub>2</sub> – Проектирование и Б-П<sub>7</sub> – Разработка ИТ-систем.

**Шаг 5.** Оценка возможности изменений.

Для процессов высокого приоритета был проведен дополнительный анализ барьеров для изменений по трем группам: финансовые, кадровые и законодательные (табл. 7). Суммарная оценка (где выше балл – выше барьер) определяла возможность изменений (ВИ).

Оценка возможности проведения изменений  
Evaluation of Change Capability  
Таблица 7  
Table 7

Бизнес-процесс	Финансы	Персонал	Законодательство	Итого
Б-П <sub>1</sub> – Управление проектом	3	4	2	9
Б-П <sub>2</sub> – Проектирование	4	3	3	10
Б-П <sub>7</sub> – Разработка ИТ-систем	5	4	2	11

**Шаг 6.** Итоговое ранжирование и выбор приоритетов.

Итоговый приоритет процесса рассчитывался как сумма трех интегральных критериев:

Приоритетность = Важность + Проблемность + (11 – Возможность изменений).

В результате итогового ранжирования (табл. 8) были определены три наиболее приоритетных для цифровой трансформации бизнес-процесса.

Итоговое ранжирование бизнес-процессов

Table 8

Final ranking of business processes

Бизнес-процесс	Важность	Проблемность	Возможность изменений	Приоритетность
Б-П <sub>1</sub> – Управление проектом	7	5	9	21
Б-П <sub>2</sub> – Проектирование	7	5	10	22
Б-П <sub>7</sub> – Разработка ИТ-систем	7	5	11	23
Б-П <sub>4</sub> – Строительное производство	6	4	8	18
Б-П <sub>3</sub> – Управление поставками	5	4	7	16

Таким образом, наиболее приоритетными для перехода к цифровой ОСУ являются бизнес-процессы:

- Б-П<sub>7</sub> – Разработка и сопровождение ИТ-систем (приоритетность 23);
- Б-П<sub>2</sub> – Проектирование и подготовка строительства (приоритетность 22);
- Б-П<sub>1</sub> – Управление инвестиционно-строительным проектом (приоритетность 21).

Эти процессы обладают наибольшей стратегической важностью, высокой степенью проблемности в текущем состоянии и достаточной возможностью для проведения цифровых преобразований.

Центральным объектом для трансформации стал процесс Б-П<sub>1</sub> – Управление инвестиционно-строительным проектом. Для его анализа и проектирования целевого состояния использовалась методология функционального моделирования IDEF0 [10], позволяющая наглядно отобразить функции, входы, выходы, управление и механизмы. В частности, чтобы оптимизировать какой-либо процесс на предприятии, необходимо построить модель бизнес-процесса «как есть», то есть соответствующую реальному положению дел в организации. По построенной модели проводится анализ существующего бизнес-процесса, выявляются его недостатки и ошибки. Следующим шагом для оптимизации процесса является разработка модели процесса «как должно быть», то есть модели процесса с устраненными недостатками и ошибками. На следующем этапе происходит тестирование построенной модели с устраненными недостатками. По результатам тестирования проводится «работа над ошибками» с последующим улучшением процесса.

На рис. 7 представлен функциональный блок, в котором отражены «вход», «выход», «ресурсы» и «управляющее воздействие» бизнес-процесса «как есть».

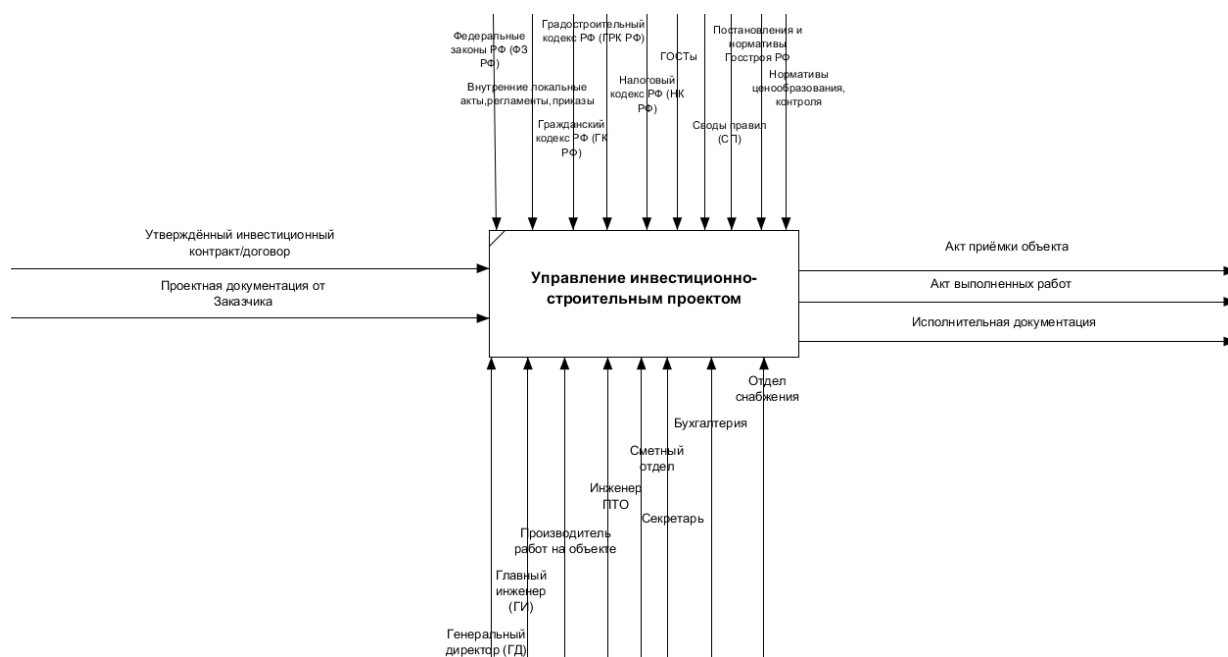


Рис. 7. Функциональный блок бизнес-процесса «как есть»  
Fig. 7. Functional block of the business process “AS IS”

Модель бизнес-процесса «как есть», построенная в нотации IDEF0, представлена на рис. 8.

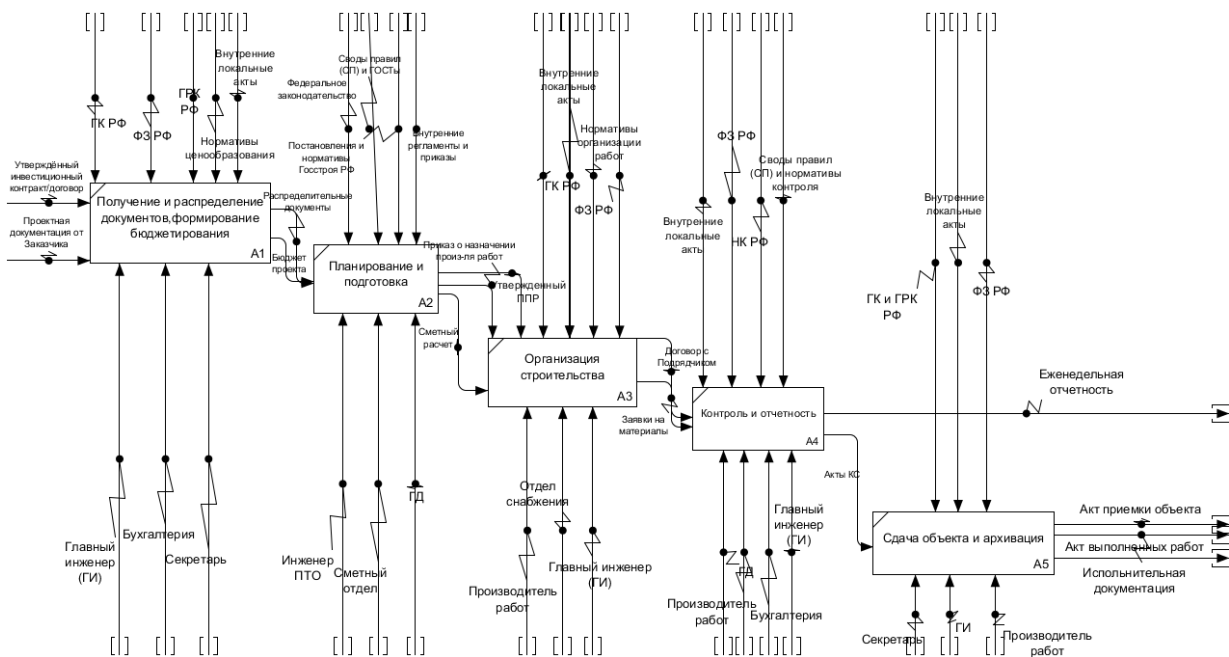


Рис. 8. Модель бизнес-процесса «как есть»  
Fig. 8. AS-IS business process model

Декомпозиция бизнес-процесса (см. рис. 8) выполнена на основе принципов построения процессной архитектуры [24], а также с учётом стадий жизненного цикла проекта [25]. Такое структурирование позволяет избежать создания избыточного количества разрозненных сценариев и обеспечивает прозрачность зон ответственности.

Текущее состояние процесса характеризуется функциональной разрозненностью, бумажным документооборотом, отсутствием единого информационного пространства и высокой зависимостью от персональных решений ключевых менеджеров. Процесс линейный, цикл согласований длительный, что приводит к замедлению операционной деятельности и росту числа различных ошибок.

На основе выявленных проблем был разработан функциональный блок бизнес-процесса «как должно быть» (рис. 9).

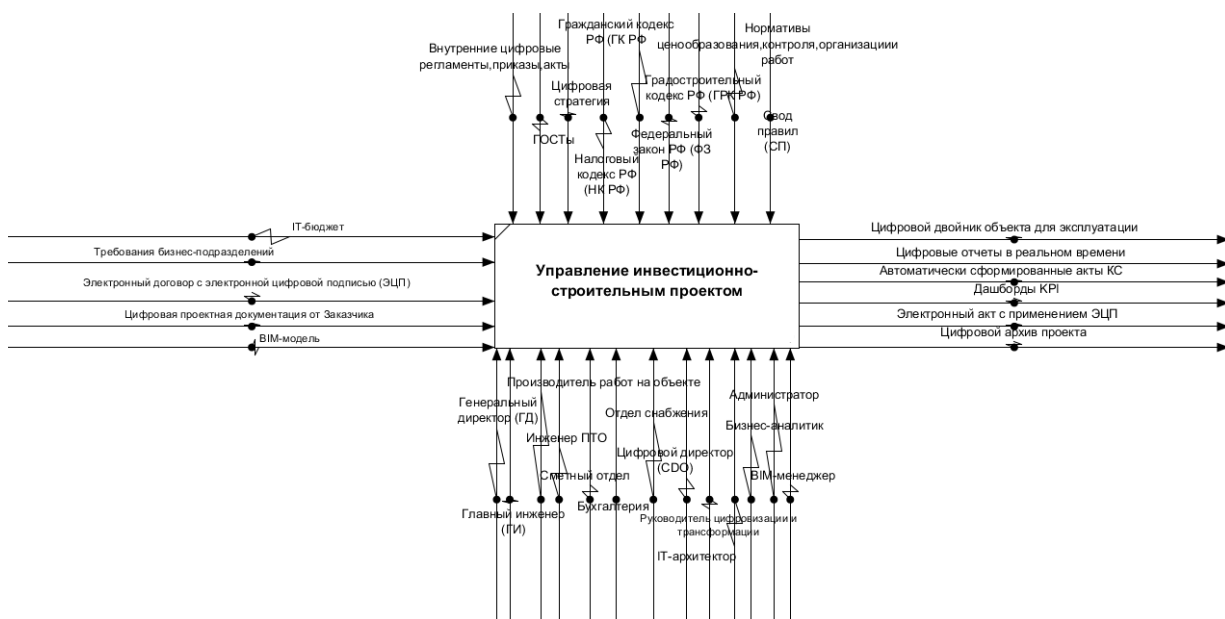


Рис. 9. Функциональный блок бизнес-процесса «как должно быть»  
Fig. 9. Functional block of the business process "TO BE"



- капитальные затраты (CAPEX, I) на трансформацию: 65 млн руб. (внедрение ERP и CDE – 30 млн руб., BIM и обучение – 20 млн руб., ПО и лицензии – 10 млн руб., апгрейд ИТ-инфраструктуры – 5 млн руб.);

- годовые операционные затраты на поддержку системы (OPEX, C): 7 млн руб.

Расчет прогнозного годового экономического эффекта проводился по трем основным направлениям, выявленным в результате анализа трансформации:

1) сокращение административных затрат и рост управленческой эффективности ( $\mathcal{E}_1$ ): экономия от сокращения времени на документооборот (3,75 млн руб.) и сроков проектирования (1,0 млн руб.). Итого: 4,75 млн руб./год;

2) снижение материальных и логистических затрат ( $\mathcal{E}_2$ ): экономия от оптимизации учета и снижения потерь материалов (7,2 млн руб.) и от сокращения ошибок в сметах за счет BIM (8,4 млн руб.). Итого: 15,6 млн руб./год;

3) эффект от оптимизации сроков реализации проектов ( $\mathcal{E}_3$ ): условный прирост маржинального дохода за счет высвобождения ресурсов и возможности выполнения дополнительных работ (6,0 млн руб./год). Итого: 6,0 млн руб./год.

Прогноз годового экономического эффекта представлен в табл. 9.

Сводная таблица прогнозного годового экономического эффекта

Таблица 9

Table 9

Summary table of projected annual economic impact

Направление эффекта	Формула	Годовая экономия / прирост дохода, млн руб.
Сокращение административных затрат и рост управленческой эффективности	$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_{\text{док}} + \mathcal{E}_{\text{проект}}$	4,75
Снижение материальных и логистических затрат	$\mathcal{E}_2 = \mathcal{E}_{\text{мат}} + \mathcal{E}_{\text{смета}}$	15,60
Эффект от оптимизации сроков реализации проектов	$\mathcal{E}_3 = \mathcal{E}_{\text{сроки}}$	6,00
Годовой экономический эффект (P)	$P = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \mathcal{E}_3$	26,35
Годовые операционные затраты на систему (OPEX, $C_{\text{опекс}}$ )	$C_{\text{опекс}}$	7,00
Чистый годовой экономический эффект ( $P_{\text{чист}}$ )	$P_{\text{чист}} = P - C_{\text{опекс}}$	19,35

При этом срок окупаемости (PP):  $PP = \frac{I}{P_{\text{чист}}} = \frac{65}{19,35} \approx 3,36$  года (или ~ 40 месяцев).

Возврат на инвестиции (ROI):  $ROI = \frac{P_{\text{чист}}}{I} \cdot 100 \% = \frac{19,35}{65} \cdot 100 \% \approx 29,8 \%$  в год.

Проведенная оценка демонстрирует, что, несмотря на значительный объем первоначальных инвестиций, проект цифровой трансформации является экономически обоснованным и инвестиционно привлекательным. Срок окупаемости в 3–3,5 года является приемлемым для стратегических проектов в капиталоемких отраслях. Годовой ROI на уровне ~ 30 % свидетельствует о высокой доходности инвестиций после выхода на плановые показатели. Основным драйвером экономии (более 60 % эффекта) является снижение прямых материальных и логистических затрат, что подтверждает высокую значимость инструментов точного учета, планирования и контроля, обеспечиваемых BIM и ERP.

### Заключение

Проведенное исследование подтвердило гипотезу о том, что цифровая трансформация бизнес-процессов является не опциональным технологическим трендом, а стратегической необходимостью и экономически обоснованным направлением развития для строительных компаний, стремящихся сохранить и усилить свои конкурентные позиции в условиях глобальных вызовов и возможностей цифровой экономики.

Системный анализ исторической эволюции и современного состояния технологий в строительстве позволил выявить четкий вектор развития от ремесленной, через индустриальную и информационную фазы, к этапу глубокой цифровой трансформации. Ключевой особенностью текущего

этапа является конвергенция технологий (BIM, IoT, Big Data, AI, робототехника), их интеграция в единую экосистему и трансформационное воздействие на саму парадигму управления. Технологии перестали быть инструментом для задач, превратившись в актив, определяющий архитектуру бизнес-модели.

Диагностика традиционной линейно-функциональной структуры, доминирующей в российской строительной отрасли, выявила ее системные недостатки: функциональную разобщенность, разрозненность данных, бумажный документооборот, реактивный характер управления и низкую операционную эффективность. Эти недостатки становятся критическими барьерами на пути роста и конкурентоспособности.

В результате применения методологии, основанной на критических факторах успеха и матричном ранжировании, были идентифицированы и приоритизированы бизнес-процессы строительной компании. Установлено, что наибольший стратегический потенциал для цифровой трансформации и наибольшую проблемность в текущем состоянии имеют три процесса: «Разработка и сопровождение ИТ-систем», «Проектирование и подготовка строительства» и «Управление инвестиционно-строительным проектом». Фокус на этих процессах позволяет получить максимальный синергетический эффект от преобразований.

Центральным практическим результатом работы стала разработка целевой функциональной модели ключевого процесса управления проектом в нотации IDEF0. Модель «как должно быть» воплощает принципы перехода к цифровой платформенной организации, основанной на единой среде данных (CDE), сквозном использовании BIM, интеграции ERP-системы, автоматизации рутинных операций и формировании цифрового двойника объекта. Эта модель представляет собой не автоматизацию старых практик, а принципиально новую логику управления, где цифровая платформа становится стратегическим активом, а данные – основным ресурсом для принятия решений.

Прогнозная оценка экономической эффективности, выполненная на модели условной компании, показала, что реализация предложенной концепции способна обеспечить чистый годовой экономический эффект в размере около 19,35 млн руб. при объеме инвестиций 65 млн руб. Срок окупаемости проекта составит 3,36 года, а годовая доходность инвестиций (ROI) достигнет 29,8 %. Основными источниками экономии являются сокращение материально-логистических и административных затрат, а также эффект от оптимизации сроков. Данные показатели свидетельствуют о высокой инвестиционной привлекательности и умеренном уровне рисков проекта цифровой трансформации.

Таким образом, результаты исследования формируют научно-методологическую и практическую основу для разработки и реализации стратегии цифровой трансформации в строительных компаниях. Предложенный подход, включающий аудит и приоритизацию процессов, функциональное моделирование целевого состояния и экономическое обоснование, позволяет перейти от хаотичного внедрения разрозненных технологий к системному, управляемому преобразованию бизнес-модели, закладывая фундамент для устойчивого роста операционной эффективности, управляемости и конкурентоспособности в долгосрочной перспективе.

#### **Список литературы**

1. McKinsey Global Institute. McKinsey Global Institute: 2024 in charts 2024. URL: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/mckinsey-global-institute-2024-in-charts> (дата обращения: 06.01.2026).
2. Никитин В.Н., Подсорин В.А., Овсянникова Е.Н. Анализ и диагностика изменений производительности труда в строительной отрасли в России и за рубежом // Экономические системы. 2024. Т. 17, № 4. С. 111–122. DOI: 10.29030/2309-2076-2024-17-4-111-122
3. Масюк Н.Н. Цифровые организационные изменения в бизнесе: науч. моногр. Владивосток: Изд-во ВВГУ, 2024. 186 с.
4. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry // Leadership and Management in Engineering. 2011. Vol. 11, no. 3. P. 241–252. URL: [https://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127) (дата обращения: 20.11.2025).
5. Глаголев К.В. Эволюция строительных материалов и конструкций. СПб.: СПбГАСУ, 2022. 180 с.

6. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors / С.М. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2018. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119287568> (дата обращения: 09.11.2025).
7. Кисель Т.Н., Прохорова Ю.С. Исследование уровня цифровизации на российских предприятиях инвестиционно-строительной сферы: моногр. М.: Изд-во МИСИ – МГСУ, 2023.
8. Цуканова О.А. Методология и инструментарий моделирования бизнес-процессов: учеб. пособие. СПб.: НИУ ИТМО, 2017.
9. Паршин М.А., Круглов Д.А. Переход России к шестому технологическому укладу: возможности и риски // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. Ч. 2. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (дата обращения: 31.12.2025).
10. Управление строительным комплексом / Т.А. Аверина, С.А. Баркалов, Е.В. Баутина и др.; под общ. ред. С.А. Баркалова. М.: Изд-во ООО «Ритм», 2024. 456 с.
11. BIM-портал BIMTEAM.RU: статьи, новости, стандарты. URL: <https://bimteam.ru> (дата обращения: 06.01.2026).
12. ICON unveils groundbreaking construction technologies at SXSW // ICON: официальный сайт. March 2023. URL: <https://www.iconbuild.com/updates/icon-unveils-groundbreaking-construction-technologies-at-sxsw> (дата обращения: 06.01.2026).
13. Keeping Construction Sites Safe with IoT Technology. URL: <https://news.samsungent.com/en/features/engineering-construction/2024-06-keeping-construction-sites-safe-with-iot-tech/> (дата обращения: 06.01.2026).
14. Post W. Self-Healing Polymer Composites. Dissertation (TU Delft), Delft University of Technology, 2017. DOI: 10.4233/uuid:00e46bd1-eef8-4411-8626-fbd902749904
15. Без брака. Как в «Ависта Модуль Инжиниринг» внедрили бережливое производство и BIM-проектирование // SberPro: сайт. URL: <https://sber.pro/cases/bez-braka-kak-v-avista-modul-inzhiniring-vnedrili-berezhlivoe-proizvodstvo-i-bim-proektirovanie> (дата обращения: 06.01.2026).
16. Годовой отчет о деятельности Национального объединения строителей за 2023 год // НОСТРОЙ: Национальное объединение строителей: сайт. 2024. URL: [https://nostroy.ru/nostroy/godovoy-otchet/?ELEMENT\\_ID=38679](https://nostroy.ru/nostroy/godovoy-otchet/?ELEMENT_ID=38679) (дата обращения: 25.11.2025).
17. ПИК впервые презентовал полную линейку решений BIMTeam // ЦифраСтрой: сайт. 2024, 27 сентября. URL: <https://cifrastroy.ru/cases/pik-vpervye-prezentoval-polnuju-linejku-reshenij-bimteam> (дата обращения: 06.01.2026).
18. «Мостострой-11» использует технологии для повышения эффективности принятия решений. 2024. URL: <https://digital-build.ru/news/mostostroj-11-ispolzuet-tehnologii-dlya-povysheniya-effektivnosti-prinyatiya-reshenij> (дата обращения: 06.01.2026).
19. «Лакhta Центр» 1, 2 и 3 (Газпром). Инженерные решения. BIM // BIM portal. URL: <https://bim-portal.ru/stati/lakhta-tsentr-gazprom-bim> (дата обращения: 06.01.2026).
20. Группа «Эталон» внедрила импортнезависимую аналитическую платформу «Дельта BI». 2025 // DS Media. URL: <https://dsmedia.pro/company/navicongroup/case/gruppa-etalon-vnedrila-importnezavisimuju-analiticheskiju-platformu-delta-bi> (дата обращения: 06.01.2026).
21. Data-driven construction: Unlocking value through analytics // FMI Corporation. 2022. URL: <https://www.fminet.com/research/data-driven-construction-unlocking-value-through-analytics> (дата обращения: 06.01.2026).
22. Математические методы и модели управления проектами: учеб. пособие / И.В. Буркова, Я.Д. Гельруд, О.В. Логиновский, А.Л. Шестаков. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2018. 193 с.
23. Умное управление проектами: учеб. пособие / С.А. Баркалов, В.Н. Бурков, Я.Д. Гельруд и др.: под ред. чл.-корр. РАН Д.А. Новикова. Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2019. 189 с.
24. Манюхин А. Архитектура бизнес-процессов: многомерность, сценарии, способы визуализации // Business Studio. Июнь 2023. URL: [https://www.businessstudio.ru/articles/article/arkhitektura\\_biznes\\_protsestsovo\\_mnogomernost\\_scena](https://www.businessstudio.ru/articles/article/arkhitektura_biznes_protsestsovo_mnogomernost_scena) (дата обращения: 06.01.2026).
25. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide). 6th ed. Project Management Institute, Inc., 2017. 760 p.
26. СП 333.1325800.2020. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного

цикла (Утв. Приказом Минстроя РФ от 31.12.2020 N 928/пр. Дата введения: 01.07.2021). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=433081> (дата обращения: 06.01.2026).

27. ГОСТ Р 10.0.01–2018. Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2019.

28. СП 471.1325800.2019. Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Контроль качества производства (Утв. Приказом Минстроя РФ от 24.12.2019 N 854/пр. Дата введения: 25.06.2020). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=376673> (дата обращения: 06.01.2026).

## References

1. McKinsey Global Institute. McKinsey Global Institute 2024 in charts. 2024. Available at: <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/mckinsey-global-institute-2024-in-charts> (accessed 06.01.2026).

2. Nikitin V.N., Podsorin V.A., Ovsyannikova E.N. Analysis and diagnostics of labor productivity changes in the construction industry in Russia and abroad. *Economic Systems*. 2024;17(4):111–122. (In Russ.) DOI: 10.29030/2309-2076-2024-17-4-111-122

3. Masyuk N.N. *Tsifrovye organizatsionnye izmeneniya v biznese: nauch. monogr.* [Digital organizational changes in business: scientific monograph]. Vladivostok State University Publ., 2024. 186 p. (In Russ.)

4. Azhar S. Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*. 2011;11(3):241–252. Available at: [https://ascelibrary.org/doi/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://ascelibrary.org/doi/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127) (accessed 20.11.2025).

5. Glagolev K.V. *Evolutsiya stroitel'nykh materialov i konstruktsiy* [Evolution of construction materials and structures]. St. Petersburg: Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 2022. 180 p. (In Russ.)

6. Eastman C.M., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2018. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119287568> (accessed 09.11.2025).

7. Kisel T.N., Prokhorova Yu.S. *Issledovanie urovnya tsifrovizatsii na rossiyskikh predpriyatiyakh investitsionno-stroitel'noy sfery: monogr.* [Study of the level of digitalization at Russian enterprises in the investment-construction sphere: monograph]. Moscow: MISI – MGSU Publ., 2023. (In Russ.)

8. Tsukanova O.A. *Metodologiya i instrumentariy modelirovaniya biznes-protsessov: ucheb. posobie* [Methodology and tools for business process modeling: textbook]. St. Petersburg: ITMO University Publ., 2017. (In Russ.)

9. Parshin M.A., Kruglov D.A. Crossover of Russia to the new technological mode: opportunities and risks. *Modern Scientific Researches and Innovations*. 2014;5-2. (In Russ.) Available at: <https://web.snauka.ru/issues/2014/05/33059> (accessed 31.12.2025).

10. Averina T.A., Barkalov S.A., Bautina E.V., Karpovich M.A., Mailyan L.D., Serebryakova E.A., Shevchenko L.V. *Upravlenie stroitel'nykh kompleksom* [Construction Complex Management]. Moscow: LLC “Ritm” Publ., 2024. 456 p. (In Russ.)

11. *BIM-portal BIMTEAM.RU: stat'i, novosti, standarty* [BIM portal BIMTEAM.RU: articles, news, standards]. (In Russ.) Available at: <https://bimteam.ru> (accessed 06.01.2026).

12. ICON unveils groundbreaking construction technologies at SXSW. *ICON: official website*. March 2023. Available at: <https://www.iconbuild.com/updates/icon-unveils-groundbreaking-construction-technologies-at-sxsw> (accessed 06.01.2026).

13. Keeping Construction Sites Safe with IoT Technology. Available at: <https://news.samsungent.com/en/features/engineering-construction/2024-06-keeping-construction-sites-safe-with-iot-tech/> (accessed 06.01.2026).

14. Post W. *Self-Healing Polymer Composites*. Dissertation (TU Delft), Delft University of Technology, 2017. DOI: 10.4233/uuid:00e46bd1-eef8-4411-8626-fbd902749904

15. *Bez braka. Kak v “Avista Modul Inzhiniring” vnedrili berezhlivoe proizvodstvo i BIM-proektirovanie* [No Defects. How Avista Modul Engineering Implemented Lean Manufacturing and BIM Design]. *SberPro: website*. (In Russ.) Available at: <https://sber.pro/cases/bez-braka-kak-v-avista-modul-inzhiniring-vnedrili-berezhlivoe-proizvodstvo-i-bim-proektirovanie> (accessed 06.01.2026).

16. *Godovoy otchet o deyatelnosti Natsional'nogo ob"edineniya stroiteley za 2023 god* [Annual report on the activities of the National Association of Builders for 2023]. *National Association of Builders: website*. 2024. (In Russ.) Available at: [https://nostroy.ru/nostroy/godovoy-otchet/?ELEMENT\\_ID=38679](https://nostroy.ru/nostroy/godovoy-otchet/?ELEMENT_ID=38679) (accessed 25.11.2025).

17. *PIK vpervye prezentoval polnuyu lineyku resheniy BIMTeam* [PIK presented the full line of BIMTeam solutions for the first time]. *Cifrastroy: website*. 2024, September 27. (In Russ.) Available at: <https://cifrastroy.ru/cases/pik-vpervye-prezentoval-polnuju-linejku-reshenij-bimteam> (accessed 06.01.2026).

18. *"Mostostroy-11" ispol'zuet tekhnologii dlya povysheniya effektivnosti prinyatiya resheniy* [Mostostroy-11 uses technology to improve decision-making efficiency]. 2024. (In Russ.) Available at: <https://digital-build.ru/news/mostostroj-11-ispolzuet-tehnologii-dlya-povysheniya-effektivnosti-prinyatiya-reshenij> (accessed 06.01.2026).

19. *"Lakhta Tsentr" 1, 2 i 3 (Gazprom). Inzhenernye resheniya. BIM* [Lakhta Center 1, 2, and 3 (Gazprom). Engineering solutions] // BIM portal. (In Russ.) Available at: <https://bim-portal.ru/stati/lakhta-tsentr-gazprom-bim> (accessed 06.01.2026).

20. *Gruppa "Etalon" vnedrila importonezavisimuyu analiticheskuyu platformu "Delta BI"* [Etalon Group has implemented the Delta BI import-independent analytical platform] // DS Media. (In Russ.) Available at: <https://dsmedia.pro/company/navicongroup/case/gruppa-etalon-vnedrila-importonezavisimuju-analiticheskuyu-platformu-delta-bi> (accessed 06.01.2026).

21. Data-driven construction: Unlocking value through analytics. *FMI Corporation*. 2022. Available at: <https://www.fminet.com/research/data-driven-construction-unlocking-value-through-analytics> (accessed 06.01.2026).

22. Burkova I.V., Gel'rud Ya.D., Loginovskiy O.V., Shestakov A.L. *Matematicheskie metody i modeli upravleniya proektami: ucheb. posobie* [Mathematical Methods and Models of Project Management: A Tutorial]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ., 2018. 193 p. (In Russ.)

23. Barkalov S.A., Burkov V.N., Gel'rud Ya.D. et al. *Umnoe upravlenie proektami: ucheb. posobie* [Smart project management: a tutorial]. Chelyabinsk: South Ural St. Univ. Publ., 2019. 189 p. (In Russ.)

24. Manyukhin A. [Business process architecture: multidimensionality, scenarios, visualization methods]. *Business Studio*. June 2023. (In Russ.) Available at: [https://www.businessstudio.ru/articles/article/arkhitektura\\_biznes\\_protsesov\\_mnogomernost\\_stcena](https://www.businessstudio.ru/articles/article/arkhitektura_biznes_protsesov_mnogomernost_stcena) (accessed 06.01.2026).

25. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 6th ed. Project Management Institute, Inc., 2017. 760 p.

26. *SP 333.1325800.2020. Building information modeling. Modeling guidelines for various project life cycle stages (Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated 31.12.2020 N 928/pr. Date of entry into force: 01.07.2021)*. (In Russ.) Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=433081> (accessed 06.01.2026).

27. *GOST R 10.0.01–2018. Sistema standartov informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i sooruzheniy. Terminy i opredeleniya* [State Standard R 10.0.01–2018. System of standards for building and construction information modeling. Terms and definitions]. Moscow: Standartinform Publ., 2019.

28. *SP 471.1325800.2019. Building information modeling. Construction quality control (Approved by Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation dated 24.12.2019 N 854/pr. Date of entry into force: 25.06.2020)*. (In Russ.) Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=9&documentId=376673> (accessed 06.01.2026).

### **Информация об авторах**

**Баркалов Сергей Алексеевич**, д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой управления, декан факультета экономики, менеджмента и инновационных технологий, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; [sbarkalov@nm.ru](mailto:sbarkalov@nm.ru).

**Аверина Татьяна Александровна**, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; [ta\\_averina@mail.ru](mailto:ta_averina@mail.ru).

**Писарева Алина Александровна**, магистрант кафедры управления, Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия; [alinalisareva2012@gmail.com](mailto:alinalisareva2012@gmail.com).

***Information about the authors***

**Sergey A. Barkalov**, Dr. Sci. (Eng.), Prof., Head of the Department of Management, Dean of the Faculty of Economics, Management and Innovation Technologies, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; sbarkalov@nm.ru.

**Tatiana A. Averina**, Cand. Sci. (Eng.), Ass. Prof., Ass. Prof. of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; ta\_averina@mail.ru.

**Alina A. Pisareva**, Master's student of the Department of Management, Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia; alinapisareva2012@gmail.com.

***Вклад авторов:*** все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

***Contribution of the authors:*** the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

***Статья поступила в редакцию 12.01.2026***

***The article was submitted 12.01.2026***