

УДК 338

DOI 10.26118/5459.2025.85.95.040

Сурков Виталий Алексеевич
Московская международная академия

Цифровизация в управлении строительными проектами

Аннотация. Статья обобщает теоретические и прикладные подходы к проектному управлению и его отраслевой спецификации в строительстве. Показано, что проектное управление представляет собой институционализированную систему принципов и методов, обеспечивающую достижение уникальных целей в заданных ограничениях посредством фазной организации работ, интеграции планов, ресурсов и участников, а также постоянной верификации бизнес-обоснования. В строительной сфере акцент смещается к календарно-сетевому планированию, управлению стоимостью, формализованному контролю изменений и распределению рисков по контрактным моделям, что обусловлено высокой капиталоёмкостью, многостадийностью и регуляторными требованиями. Обоснована роль цифровой трансформации: переход к интегрированным средам данных, информационному моделированию, цифровым двойникам, геоинформационным и сенсорным решениям повышает прозрачность, снижает объём переделок, улучшает точность сроков и бюджетов, усиливает безопасность и управляемость портфелей проектов. Предложенная рамка практического применения ориентирована на увязку процессного, контрактно-правового и цифрового контуров управления, что обеспечивает воспроизводимость результатов и рост конкурентоспособности участников строительного рынка.

Ключевые слова: цифровизация, строительные проекты, управление, цифровая трансформация, проектное управление.

Surkov Vitalyi Alekseevich
Moscow International Academy

Digitalization in construction projects management

Annotation. The article summarizes theoretical and applied approaches to project management and its industry-specific specification in construction. It is shown that project management is an institutionalized system of principles and methods that ensures the achievement of unique goals within specified constraints through the phased organization of work, integration of plans, resources, and participants, as well as continuous verification of the business rationale. In the construction industry, the focus is shifting to network-based scheduling, cost management, formalized change control, and risk distribution based on contract models, due to the high capital intensity, multi-stage nature, and regulatory requirements. The role of digital transformation has been established, as the transition to integrated data environments, information modeling, digital twins, geoinformation, and sensor-based solutions enhances transparency, reduces rework, improves the accuracy of deadlines and budgets, and enhances the security and manageability of project portfolios. The proposed framework for practical application is focused on linking the process, contractual, and digital management loops, which ensures the reproducibility of results and increases the competitiveness of participants in the construction market.

Keywords: digitalization, construction projects, management, digital transformation, project management.

В научных работах проектное управление трактуется как особая область управленаческой деятельности, ориентированная на достижение заранее определённого уникального результата в заданных ограничениях по срокам, ресурсам и качеству. В

классических работах подчеркивается процессный характер этой области: совокупность взаимосвязанных функций планирования, организации, координации и контроля, направленных на реализацию целей проекта.

Системный взгляд на проектное управление как на целостный цикл и набор знаний представлен в руководствах профессиональных ассоциаций: проект определяется как временное предприятие по созданию уникального продукта или результата, а управление проектом — как применение знаний, методов и инструментов к работам проекта для выполнения требований заинтересованных сторон [1]. Близкий по духу подход предлагает методологическая школа PRINCE2, рассматривающая проект как управляемую среду с чётким разграничением ролей, стадийным контролем и ориентацией на бизнес-обоснование на протяжении всего жизненного цикла [2].

Ряд авторов акцентирует внимание на структурировании целей и временной ограниченности. Проектное управление описывается как процесс, обеспечивающий достижение уникальных целей в условиях ресурсных ограничений через последовательность фаз — инициирование, планирование, исполнение, мониторинг и завершение, — с обязательным учётом рисков и интересов участников [3]. Подчёркивается и приоритет целевого содержания: управление проектом есть согласование трёх ключевых измерений — содержания работ, сроков и затрат — при поддержании требуемого уровня качества и удовлетворённости заказчика [4].

В инженерно-управленческой литературе проектное управление трактуется как применение системного и ситуационного подходов к организации временных коллективов, где критична интеграция календарно-сетевого планирования, ресурсного выравнивания и управления рисками [5, 6]. Исследования по управлению стоимостью подчёркивают значение методов освоенного объёма, связывающих динамику затрат и сроков с фактическим выполнением работ для раннего выявления отклонений и корректирующих действий [7].

Современные интерпретации расширяют предметную область, рассматривая проектное управление как систему создания ценности в условиях неопределённости. Вводится акцент на заинтересованные стороны, управляемое обучение и итерационное уточнение содержания работ: эффективность проекта связывается не только с тройственным ограничением «содержание — сроки — затраты», но и с устойчивостью результатов, пользой для организации и принятием результатов пользователями [8, 9]. В работах по управлению портфелями и программами проект рассматривается как элемент более крупной системы изменений, где ключевыми становятся согласование проектов со стратегией, конкуренция за ресурсы и баланс рисков на уровне портфеля [1, 10].

Таким образом, обобщая позиции авторов, проектное управление можно описать как институционализированный набор принципов и методов, обеспечивающих планомерное достижение уникальных целей через временную организацию работ, интеграцию планов, ресурсов и участников, управление неопределенностью и постоянную верификацию бизнес-обоснования на всём протяжении жизненного цикла. Различия акцентов — от процессно-регламентного ядра до ценностно-ориентированных и портфельных трактовок — отражают эволюцию подхода от инженерной координации к управлению стратегическими изменениями.

В научной литературе управление строительными проектами рассматривается как специализированная область проектного управления, сочетающая процессно-технологический, правовой и экономический контуры координации работ в условиях высокой капиталоёмкости, многостадийности и регуляторных ограничений. Базовое определение связывает строительный проект с временной организацией работ по созданию объекта капитального строительства, где управление направлено на достижение целей по срокам, стоимости, качеству и безопасности при множественности участников и контрактных схем [6].

Классические подходы акцентируют календарно-сетевое планирование и контроль

стоимости. В работах по управлению проектами в строительстве подчеркивается значение методов критического пути, ресурсного выравнивания и управления освоенным объёмом для раннего выявления отклонений по срокам и затратам, а также для обоснования корректирующих воздействий [3]. Дополняя это, отраслевые руководства выделяют обязательность разделения этапов «проектирование — закупки — строительство — ввод» и увязку графиков подрядчиков и поставщиков через интегрированные базовые планы [1].

Существенное внимание уделяется контрактованию и распределению рисков. Сравнительный анализ контрактных моделей показывает, что выбор схемы (традиционная «проектирование–тендер–строительство», «проектирование–строительство», «под ключ», управление строительством, альянсные формы) определяет баланс ответственности, механизм изменения стоимости и стимулы к сокращению сроков [11, 12].

Информационное моделирование строительных объектов выделяется как основа интеграции участников и данных. Исследования показывают, что использование информационных моделей на протяжении жизненного цикла (проектирование, согласование, строительство, эксплуатация) повышает согласованность графиков, уменьшает количество коллизий и облегчает управление изменениями и стоимостью [13]. Подчёркивается значение сред единого информационного пространства и регламентов обмена данными между заказчиком, проектировщиками и подрядчиками.

С точки зрения управления заинтересованными сторонами и устойчивости, строительные проекты рассматриваются как источник многомерных эффектов для городской среды, экологии и местных сообществ. Эффективность управления связывается с ранним вовлечением заинтересованных сторон, прозрачностью коммуникаций, оценкой жизненного цикла затрат и последующей стоимости владения, а также соблюдением экологических стандартов и норм энергоэффективности [14]. Внедрение практик «бережливого строительства» и потоковой организации работ позволяет сокращать потери времени и материалов, улучшая надёжность выполнения [14].

В эмпирических исследованиях факторов успеха подчёркиваются компетенции руководителя проекта и зрелость организационных процессов: чёткое определение требований, устойчивость базового плана, качество управления изменениями, а также интеграция управления рисками и поставками коррелируют с соблюдением сроков и бюджетов [15]. Важной составляющей является логистика строительной площадки: упорядочивание схем поставок, зон хранения, подъёмно-транспортных операций и утилизации отходов прямо влияет на производительность и безопасность [16].

В совокупности подходы авторов формируют целостную методическую рамку управления строительными проектами: от выбора контрактной модели и календарно-стоимостного контроля до цифровой координации, обеспечения качества и безопасности, управления заинтересованными сторонами и устойчивостью. Такая рамка позволяет адаптировать инструменты проектного управления к специфике капитального строительства, снижая неопределенность и повышая предсказуемость результатов.

Эмпирический анализ исследования вопросов управления строительными проектами позволяет заключить, что данный процесс представляет собой целенаправленную координацию работ по созданию объекта капитального строительства в пределах ограничений по срокам, бюджету, качеству и безопасности. Процесс носит поэтапный характер и реализуется как последовательность взаимосвязанных контуров планирования, организации, исполнения и контроля, опирающихся на formalизованные регламенты, календарно-сетевые модели и договорные механизмы взаимодействия участников [1-12]:

1. Инициация и обоснование. На предварительном этапе формируется замысел проекта, уточняются потребности заказчика и ключевые ограничения площадки и нормативной среды. Разрабатывается укрупненное обоснование целесообразности, включающее оценку стоимости жизненного цикла, анализ рисков градостроительного соответствия, технической реализуемости и источников финансирования. Результатом

является мандат проекта с зафиксированными целями, критериями успеха и моделью заинтересованных сторон.

2. Планирование. Плановый контур включает декомпозицию работ (структура работ и поставок), построение базовой сетевой модели с определением критического пути, резервов времени и логистических ограничений, а также ресурсно-стоимостную увязку (сметы, бюджеты, графики финансирования). Устанавливаются показатели качества и безопасности, требования к авторскому и техническому надзору, методы контроля (освоенный объём, контроль изменений, управленческие отчёты). Параллельно выбирается контрактная стратегия (традиционная, «проектирование-строительство», «под ключ», альянсная), определяются зоны ответственности и порядок урегулирования претензий. План закупок описывает стратегию привлечения подрядчиков и поставщиков, критерии отбора и график конкурсных процедур.

3. Проектирование и согласования. Стадии проектной документации выполняются с применением согласованных стандартов моделирования, коллежа-контроля и экспертизы решений. Обеспечивается трассировка требований заказчика в проектные спецификации, управление версиями и изменениями, прохождение внешних согласований (градостроительных, экологических, промышленной безопасности). Итогом стадии является выполнимый, согласованный к строительству комплект документации и обновленный базовый план.

4. Закупки и подготовка строительства. Реализуются конкурсные процедуры, заключаются договоры подряда и поставок, формируется оргструктура строительной площадки, планы ППР и логистики (зоны складирования, маршруты подачи, крановые карты, режимы доставки). Производится мобилизация ресурсов, вводятся регламенты охраны труда и промышленной безопасности, системы допуска и контроля квалификаций.

5. Исполнение (строительно-монтажные работы). Производственные операции выполняются согласно базовому графику с регулярной диспетчеризацией, выравниванием ресурсов и координацией межподрядных интерфейсов. Встроенные контуры качества (входной контроль материалов, пооперационные испытания, контроль скрытых работ) и охраны труда интегрируются в поток работ. Управление изменениями осуществляется через formalизованные заявки с оценкой влияния на сроки, стоимость и риски. Финансовый контроль ведётся по фактическому выполнению, актам и метрикам освоенного объёма, что позволяет выявлять отклонения на ранних стадиях.

6. Мониторинг и контроль. На протяжении исполнения поддерживается цикл «план — факт — анализ — корректирующее действие». Показатели сроков, стоимости, качества, безопасности и устойчивости агрегируются на регулярной основе, а отклонения подвергаются факторному разложению (производительность, доступность ресурсов, погодные и регуляторные воздействия). Решения о коррекции графиков, перераспределении ресурсов и пересмотре приоритетов принимаются на совещаниях управляющих органов проекта с протоколированием и обновлением базового плана при необходимости.

7. Ввод в эксплуатацию и завершение. Проводятся пусконаладочные работы, комплексное опробование, устранение дефектов, подготовка исполнительной документации и передача объекта эксплуатирующей организации. Параллельно завершаются договорные обязательства, закрываются претензии и платежи, выполняется постпроектный анализ: собираются фактические показатели по срокам, стоимости, качеству и безопасности, формируются выводы о применимости решений и уроки для портфеля проектов.

Кроме того, независимо от этапа реализуются: управление рисками (идентификация, оценка, планы реагирования, резервы), коммуникации (матрицы взаимодействия, отчётность, единое информационное пространство), управление конфигурацией и изменениями, а также обеспечение устойчивости (рациональное использование материалов, утилизация отходов, снижение воздействия на окружающую среду). В качестве цифровой основы используются интегрированные модели объекта и графиков, что

повышает согласованность участников и прозрачность принятия решений.

В такой конфигурации управление строительным проектом выступает как подход целенаправленной интеграции технических, организационных и правовых решений, обеспечивающий предсказуемость результатов при высокой неопределенности и множественности контрагентов.

Эффективность реализации строительных проектов в значительной степени обусловлена применяемыми технологиями, поскольку именно они определяют скорость принятия решений, точность планирования, координацию участников и управляемость рисков [17]. Усиление процессов цифровой трансформации в последние годы заметно изменило практики подготовки, исполнения и контроля строительства: произошёл переход от разрозненных локальных инструментов к интегрированным цифровым средам, обеспечивающим непрерывность данных на всём жизненном цикле объекта. Это позволило сократить количество коллизий и переделок, повысить прозрачность затрат и сроков, стандартизировать обмен информацией между заказчиком, проектировщиками, подрядчиками и надзорными органами, а также расширить возможности имитационного анализа и предиктивного управления.

Ключевые цифровые технологии, применяемые при управлении строительными проектами представлены в таблице 1 [18].

Таблица 1 - Ключевые цифровые технологии, применяемые при управлении строительными проектами

Наименование технологии	Характеристика
Информационное моделирование объектов (BIM) и общие среды данных	создание согласованных информационных моделей на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации с поддержкой проверки пересечений, трассировки требований и управлением изменениями
Цифровые двойники	связка проектной модели с фактическими данными строительства и эксплуатации для оперативного мониторинга состояния, прогнозирования отклонений и оптимизации режимов ввода и обслуживания
Геоинформационные системы и технологии позиционирования	пространственная привязка проектных решений и работ, управление участками, сетями и охранными зонами, интеграция с данными подоснов и кадастра
Лазерное сканирование и фотограмметрия (включая беспилотные летательные аппараты)	высокоточное документирование, контроль объёмов земляных работ и монтажных операций, оперативная сверка факта с моделью
Планирование и диспетчеризация с сетевыми моделями и ресурсным выравниванием	календарно-стоимостное планирование с использованием алгоритмов оптимизации, мониторинг критического пути и управляемое перераспределение ресурсов
Платформы управления проектами и контрактами	ведение реестров договоров, изменений, заявок и претензий, сквозная маршрутизация согласований, единая отчётность по срокам, стоимости, качеству и безопасности
Системы управления стоимостью и анализ освоенного объёма	интеграция сметных данных, план-факта и объёмов выполненных работ для раннего выявления отклонений и калибровки бюджетов
Интернет вещей на строительной площадке	датчики техники и оборудования, контроль условий хранения и укладки материалов, мониторинг безопасности и доступа, телеметрия строительной

	техники
Мобильные приложения и электронные журналы работ	пооперационная фиксация качества, фото- и видеоподтверждение, чек-листы охраны труда, автоматизированная генерация исполнительной документации
Роботизация и автоматизация операций	автоматические станки и 3D-печать отдельных элементов, роботизированные комплексы для типовых процессов, повышающие воспроизводимость и безопасность
Искусственный интеллект и прогнозная аналитика	выявление рисков задержек и удорожаний по историческим паттернам, оптимизация графиков поставок и последовательностей работ, интеллектуальная проверка проектных требований
Технологии дополненной и виртуальной реальности	визуализация проектных решений на площадке, обучение персонала, предмонтажная «прогонка» сложных узлов
Электронные закупки и цепочки поставок	цифровые тендерные процедуры, прослеживаемость логистики, мониторинг поставщиков, контроль соответствия материалов и изделий

Комплексное внедрение указанных технологий формирует цифровую производственную среду строительства, в которой данные становятся базовым ресурсом управления. Практический эффект выражается в сокращении коллизий и объёмов переделок, повышении точности сроков и бюджетов, улучшении качества и безопасности работ, а также в росте управляемости портфеля проектов за счёт сопоставимости показателей и тиражируемости успешных практик.

Обобщение теоретических и прикладных источников позволяет трактовать проектное управление как зрелую управленаческую систему, эволюционировавшую от инженерной координации работ к комплексному управлению стратегическими изменениями. В строительной сфере эта система проявляется наиболее полно: высокая капиталоёмкость, многостадийность и жесткие регуляторные требования требуют одновременной синхронизации сроков, стоимости, качества и безопасности при множественности участников и контрактных механизмов. Представленная в работе фазовая модель — от инициации до ввода и постпроектного анализа — демонстрирует, что предсказуемость результата обеспечивается не отдельными инструментами, а согласованной связкой календарно-сетевого планирования, управления стоимостью, формализованного контроля изменений, распределения рисков по контрактам и встроенных контуров качества и охраны труда.

Ключевым драйвером повышения эффективности выступает технологическая база управления. Переход к интегрированным цифровым средам — информационному моделированию, цифровым двойникам, геоинформационным и сенсорным решениям, сквозным платформам контрактно-стоимостного контроля — радикально укрепляет прозрачность и управляемость жизненного цикла объекта. Это снижает объём переделок и неопределённость, повышает точность бюджетов и графиков, улучшает безопасность и создаёт предпосылки для портфельной оптимизации на уровне заказчика и отрасли в целом.

Итоговые выводы исследования сводятся к следующему. Во-первых, эффективность строительных проектов определяется качеством методической рамки (фазы, роли, регламенты) и дисциплиной её исполнения. Во-вторых, технологическая зрелость — решающий фактор, переводящий «лучшие практики» из деклараций в измеряемый результат. В-третьих, устойчивые эффекты достигаются при увязке трёх контуров: процессного (планирование и контроль), контрактно-правового (распределение рисков и стимулов) и цифрового (непрерывность и достоверность данных).

Список источников

1. Project Management Institute. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 6th ed. Newtown Square, 2017 / [Электрон.ресурс] // URL:<https://liteka.ru/english/library/3583-a-guide-to-the-project-management-body-of-knowledge-pmbok-guide-sixth-edition> (дата обращения 12.09.2025 г.)
2. Office of Government Commerce. Managing Successful Projects with PRINCE2, 2009. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://nucleoapolo.ufpr.br/download/wp-content/uploads/2019/02/PRINCE2-2009-remarks.pdf> (дата обращения 12.09.2025 г.)
3. Harold Kerzner. Project Management. A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 2011 / [Электрон.ресурс] // URL:<https://litres.com/book/harold-kerzner/project-management-a-systems-approach-to-planning-schedulin-31222601> (дата обращения 12.09.2025 г.)
4. Meredith J.R., Mantel S.J. Project Management: A Managerial Approach. Wiley, 2011. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Managerial+Approach%2C+11th+Edition-p-9781119803836> (дата обращения 12.09.2025 г.)
5. Буснюк Н. Н. Разновидности задачи сетевого планирования, некоторые методы их решения и алгоритмические оценки / Н. Н. Буснюк // Труды БГТУ. Серия 3: Физико-математические науки и информатика. – 2019. – № 2(224). – С. 101-104.
6. Larson E., Gray C. Project Management: The Managerial Process. McGraw Hill, 2018. / [Электрон.ресурс] // URL:https://books.google.ru/books/about/Project_Management.html?id=y1WgzgEACAAJ&redir_esc=y (дата обращения 12.09.2025 г.)
7. Fleming Q., Koppelman J. Earned Value Project Management. PMI, 2010. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://sciarium.com/file/588090> (дата обращения 12.09.2025 г.)
8. Мясников А. А. Управление неопределённостью в проектах: классификация, методы и стратегии / А. А. Мясников // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2025. – Т. 14, № 1(154). – С. 117-125.
9. Turner J.R. Handbook of Project Management. Gower, 2009. / [Электрон.ресурс] // URL:https://www.researchgate.net/publication/237574242_Gower_handbook_of_project_management (дата обращения 12.09.2025 г.)
10. Archer N., Ghasemzadeh F. An integrated framework for project portfolio selection. International Journal of Project Management, 1999. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://www.semanticscholar.org/paper/An-integrated-framework-for-project-portfolio-Archer-Ghasemzadeh/35bb8a2afcf657fe878a674623e18c64051cf62a> (дата обращения 12.09.2025 г.)
11. FIDIC. Conditions of Contract for Construction (Red Book). Geneva, 2017. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://fidic.org/books/construction-contract-2nd-ed-2017-red-book> (дата обращения 12.09.2025 г.)
12. Шадрина К. С. Управление рисками проекта: работа с подрядными организациями / К. С. Шадрина, А. Н. Коркишко // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 12(72). – С. 10-16.
13. Аверкова О.А. Управление жизненным циклом объектов капитального строительства информационным моделированием сметной стоимости строительства / О. А. Аверкова, Т. Н. Ильина, К. И. Логачев [и др.] // Перспективы науки. – 2023. – № 11(170). – С. 141-144.
14. Ballard G., Howell G. An Update on Last Planner. LCI, 2003. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://www.semanticscholar.org/paper/An-Update-on-Last-Planner-Ballard-Howell/d1b3191edfe0c4cd93e1b35bfc8ecbc3c4204906> (дата обращения 12.09.2025 г.)
15. Love P.E.D., Ahiaga Dagbui D., Irani Z. Cost overruns in infrastructure projects. IEEE Transactions on Engineering Management, 2016/ [Электрон.ресурс] //

URL:https://econpapers.repec.org/article/eeetransa/v_3a92_3ay_3a2016_3ai_3ac_3ap_3a184-194.htm (дата обращения 12.09.2025 г.)

16. Tommelein I.D. Logistics and supply chain management in construction. In: The Routledge Handbook of Construction Management, 2017. / [Электрон.ресурс] // URL:<https://scholar.google.ru/citations?user=NoTPL0wAAAAJ&hl=ru> (дата обращения 12.09.2025 г.)

17. Зарипова А. В. Особенности реализации инструментов управления проектами в строительном комплексе в условиях цифровизации / А. В. Зарипова, Е. В. Маркушина, Ф. К. Ахмедзянова // Горизонты экономики. – 2025. – № 2(89). – С. 53-58.

18. Тренды цифровизации строительства / [Электрон.ресурс] // URL:https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Тренды_цифровизации_строительства (дата обращения 12.09.2025 г.)

Сведения об авторе

Сурков Виталий Алексеевич, аспирант Московской международной академии, г. Москва, Россия

Information about the author

Surkov Vitalyi Alekseevich, PhD student at the Moscow International Academy, Moscow, Russia