

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2024. Т. 26. № 1. С. 152–162.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2024; 26 (1): 152–162.
Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 69.003.13

DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-152-162

EDN: KOB DJV

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРОЕКТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Ирина Александровна Саенко, Татьяна Александровна Шпенькова,
Ярослав Дмитриевич Саенко**

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты организации системы управления инвестиционно-строительными проектами с применением технологий информационного моделирования, приведены характеристики элементов системы управления этапом строительства при определяющей роли информационной модели объекта капитального строительства при ее построении.

Актуальность. Одним из ключевых принципов развития строительной отрасли до 2030 г. является переход на технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. Процесс цифровой трансформации не только затрагивает и изменяет конечный продукт, но и требует полноценного реинжиниринга внутренних процессов компании.

На этой основе была определена *цель* работы – проведение системного анализа управления этапом строительства в рамках реализации инвестиционно-строительного проекта в условиях цифровой трансформации.

В результате проведенного исследования разработана модель системы управления жизненным циклом объекта капитального строительства, основой которой является его информационная модель. Кроме того, обозначены две основные проблемы, требующие решения для успешного внедрения разработанной системы управления в практику. К ним относятся: нехватка кадров для организации проектных и строительных работ в условиях цифровизации и наполняемость рынка предложениями программного обеспечения, удовлетворяющего требованиям заинтересованных сторон.

Выводы. Решение данных проблем на макроуровне способно увеличить показатели финансовой деятельности как отдельной компании, так и строительной отрасли в целом.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный проект, система, цифровизация, информационная модель объекта капитального строительства, управление, модуль, планирование, мониторинг, изменения

Для цитирования: Саенко И.А., Шпенькова Т.А., Саенко Я.Д. Исследование системы управления инвестиционно-строительными проектами с применением технологии информационного моделирования // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 1. С. 152–162. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-152-162. EDN: KOB DJV

ORIGINAL ARTICLE

INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT SYSTEM WITH THE USE OF BUILDING INFORMATION MODELING

Irina A. Saenko, Tat'yana A. Shpen'kova, Yaroslav D. Saenko
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. One of the key principles of the construction industry development until 2030 is the transition to building information modeling at all stages of the life cycle of the capital construction object. The process of digital transformation not only affects and changes the final product, but also requires a full-fledged re-engineering of the company's internal processes.

Purpose: The aim of this paper is to conduct the systems analysis of construction stage management within the framework of investment and construction project realization in the conditions of digital transformation.

Research findings: The model of the life cycle management system of the capital construction object is developed using basis the information model.

Value: Two main problems are outlined, that must be solved to implement the developed management system into practice.

Keywords: investment and construction project, system, digitalization, building information modeling, capital construction object, management, module, planning, monitoring

For citation: Saenko I.A., Shpen'kova T.A., Saenko Ya.D. Investment and construction project management system with the use of building information modeling. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2024; 26 (1): 152–162. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-1-152-162. EDN: KOB DJV

Введение

Цифровизация экономики России является ключевой задачей настоящего времени. В инвестиционно-строительной сфере она основана на применении технологий информационного моделирования (ТИМ) в практике управления инвестиционно-строительными проектами [1, 2]. Инвестиционно-строительный проект – это многоуровневая система управления, которая требует постоянного мониторинга внутренней среды и внешних факторов, учет которых в условиях динамичности современного мира крайне необходим для принятия грамотных управленческих решений, направленных на обеспечение эффективного исполь-

зования инвестиций и реализации проекта в соответствии с обозначенными сроками, стоимостью и качеством исполнения всех предусмотренных мероприятий. В этой системе происходит процесс создания нового объекта капитального строительства или реконструкции (реставрации) существующего, а сам процесс становится искусством курирования человеческих и материальных ресурсов, которое имеет значение на протяжении всего жизненного цикла не только инвестиционного проекта, но и объекта строительства в целом.

Цель исследования заключается в рассмотрении с позиции теории и практики управления проектами особенностей построения системы управления инвестиционно-строительными проектами с применением технологий информационного моделирования. Инструменты управления инвестиционно-строительным проектом должны соответствовать современным технологическим изменениям и развитию цифровизации экономики, что позволяет улучшить качество управления проектами и ускорить процесс принятия решений, а в целом способствует повышению эффективности инвестиций и созданию качественной строительной продукции.

Методы исследования

В ходе проведения исследования для достижения цели применялись такие методы, как системный подход, контент-анализ, интуитивное моделирование и прием обобщения. Информационной базой исследования стали открытые информационные источники, отражающие вопросы цифровизации строительной отрасли.

Результаты исследования

В «Кодексе знаний об управлении проектами» проект – некоторая задача с определенными исходными данными и требуемыми результатами, обуславливающими способ ее решения. Проект включает в себя замысел, средства его реализации и получаемые в процессе реализации результаты [3].

Методология Института управления проектами (Project Management Institute) для жизненного цикла проекта определяет пять групп процессов: инициация, планирование, исполнение, мониторинг, закрытие (рис. 1) [3].



Рис. 1. Группы процессов для жизненного цикла проекта [4]

Fig. 1. The project lifecycle [4]

Рассмотрим особенности процессов для инвестиционно-строительного проекта.

Инициация проекта – это процесс, связанный с разработкой экономического обоснования реализации инвестиционно-строительного проекта, результатом которого является решение о необходимости строительства или реконструкции (реставрации) объекта.

Планирование проекта – непрерывный процесс, направленный на определение и согласование наилучшего способа действий для достижения по-

ставленных целей инвестиционно-строительного проекта с учетом всех факторов его реализации, который начинается после принятия решения об инициации проекта и сопровождает весь жизненный цикл ввиду происходящих изменений как внутри проекта, так и во внешнем окружении, что часто требует уточнения планов, а иногда возникает необходимость значительного перепланирования работ и мероприятий.

Исполнение проекта – это процесс обеспечения реализации плана инвестиционно-строительного проекта путем организации выполнения включенных в него мероприятий и координации исполнителей. При бизнес-моделировании процесса управления инвестиционно-строительным проектом – это последовательность стадий «Е» – engineering (выполнение проектно-изыскательских работ и разработка проектной документации), «Р» – procurement (поставки) и «С» – construction (выполнение строительно-монтажных работ).

Стадия «Е» является определяющей, на ней закладываются потребительские характеристики объекта строительства и определяется прогнозный объем инвестиций для реализации проекта.

Стадия «Р» может начинаться уже во время разработки проектной документации, когда появляются первые спецификации на материалы и оборудование. Завершение стадии возможно в момент подготовки к сдаче готового объекта.

Стадия включает три обязательных этапа:

- поиск технических специалистов для комплектации оборудования;
- закупка оборудования и материалов отделом снабжения с выбором наилучшей цены, сроков поставок и минимальных рисков;
- логистика, т. е. управление и доставка купленного оборудования и материалов.

Стадия «С» не может начаться без получения положительного заключения экспертизы на проектную документацию. Заканчивается одновременно с вводом объекта в эксплуатацию.

Мониторинг проекта – это процесс сравнения плановых и фактических показателей выполнения проекта, анализ отклонений и их причин, оценка возможных альтернатив и принятие, в случае необходимости, решений о корректирующих действиях для ликвидации нежелательных отклонений.

Закрытие проекта – процесс формального окончания работ и завершения всех запланированных мероприятий инвестиционно-строительного проекта, обуславливающих целесообразность вложения инвестиций. Схема реализации системы применительно к инвестиционно-строительным проектам представлена на рис. 2.

В проведенном исследовании в качестве объекта выступила система управления жизненным циклом инвестиционно-строительного проекта на стадии строительства объекта, отличительной особенностью которой является применение в управленческих процессах технологий информационного моделирования, призванных повысить эффективность функционирования этой системы и обеспечить максимальную производительность ее элементов, оптимизацию затрат и результативность процессов, связанных с управлением объектами капитального строительства.

Для описания объекта настоящего исследования как системы используем IDEF0 – методологию функционального моделирования и графическую нотацию, предназначенную для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью является ее акцент на соподчиненности объектов [7]. Структура методологии представлена четырьмя компонентами.

1. Входящие – вводные факторы, которые ставят определенную задачу.
2. Исходящие представлены в виде конечного продукта работы системы.
3. Механизмы служат инструментом для управления системой.
4. Контроль – рычаги управления системой.

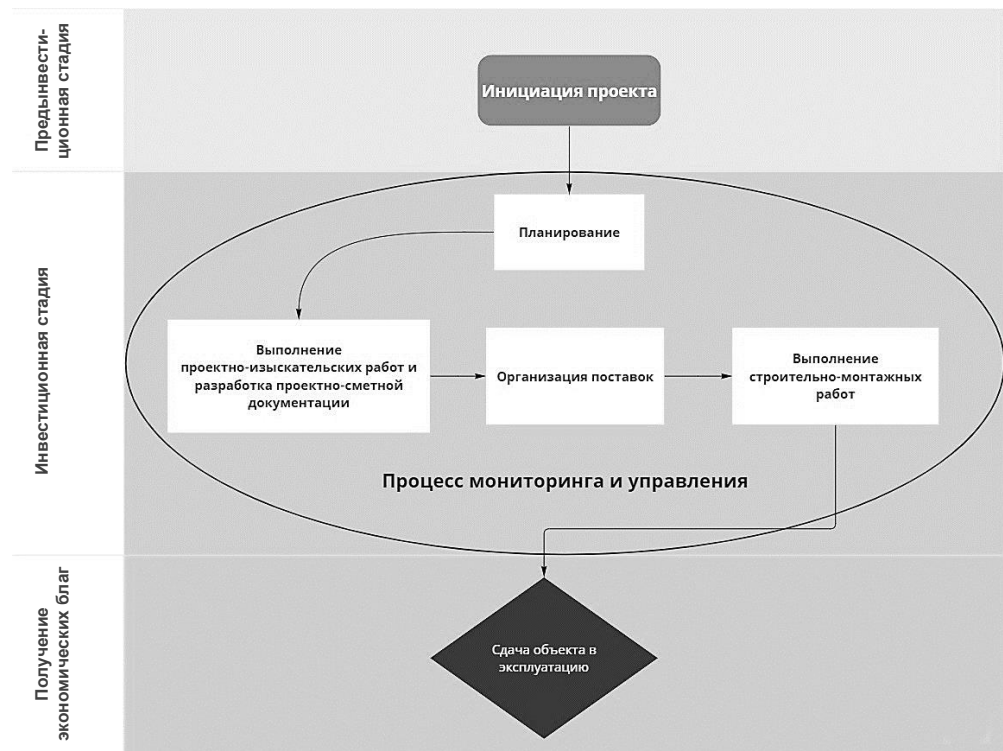


Рис. 2. Схема реализации инвестиционно-строительного проекта (выполнено авторами на основе [4–6])

Fig. 2. Schematic of investment and construction project implementation (performed by the authors on the basis of [4–6])

В системе, представленной на рис. 3, входящими элементами являются: зарубежный опыт, информация из внешних источников и консалтинговые услуги. Эти составляющие – первоисточники для реализации задачи «управление жизненным циклом объекта капитального строительства с применением технологии информационного моделирования». На их основе возможна разработка всех мероприятий, необходимых для управления системой.

Реализация контроля над системой осуществляется на основе нормативно-технических документов (например, «СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства СНиП 12-01-2004»), стратегии развития эконо-

мики страны и строительного комплекса, а также путем выполнения определенного должностными инструкциями функционала сотрудниками организаций, участвующих в реализации инвестиционно-строительного проекта. Механизмы выполнения работы системы – это информационная модель объекта капитального строительства, профессиональные компетенции задействованных специалистов организаций, участвующих в реализации инвестиционно-строительного проекта, специализированное программное обеспечение, ЭВМ и технические средства. В результате на выходе получаем готовый продукт в виде реинжиниринга бизнес-процессов, а также повышения уровня цифровизации всей строительной отрасли.



Рис. 3. Графическая нотация управления строительными проектами на основе ТИМ (выполнено авторами на основе [7–10])

Fig. 3. Construction project management based on BIM (performed by the authors on the basis of [7–10])

Информационная модель объекта капитального строительства представляет собой центральный элемент системы управления и включает в себя структурированные данные об объекте капитального строительства, в том числе информацию об объемно-планировочных и конструктивных решениях, список конструкций, материалов и их характеристики и т. д. Именно информационная модель является основополагающей для построения всей системы управления жизненным циклом объекта капитального строительства и обеспечивает единую и точную основу данных для всех модулей этой системы (рис. 4), процессы в которой характеризуют стадию исполнения при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Приведем характеристики указанных на рис. 4 элементов системы управления инвестиционно-строительным проектом с применением технологий информационного моделирования на стадии строительства.

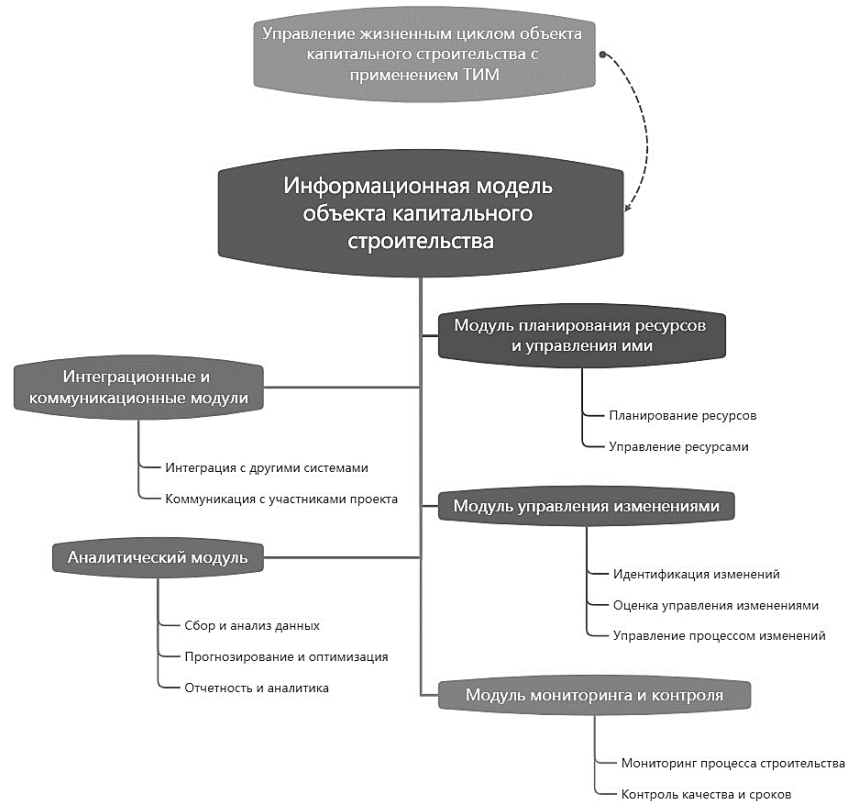


Рис. 4. Информационная модель как основа построения системы управления реализацией инвестиционно-строительного проекта на стадии строительства (выполнено авторами на основе [11, 12])

Fig. 4. Information model as a basis for management system for investment and construction project implementation at the construction stage (performed by the authors on the basis of [11, 12])

Информационная модель объекта капитального строительства – основополагающий элемент системы, который дает возможность создания трехмерной цифровой информационной модели объекта капитального строительства и включает в себя все необходимые данные, параметры и характеристики, что позволяет визуализировать и анализировать проектируемый объект, проводить проверки на соответствие требованиям и оптимизировать его конструкцию.

Планирование и управление ресурсами – элементы в системе, которые позволяют разрабатывать детальные планы и графики выполнения работ, а также эффективно распределять ресурсы: материалы, оборудование и трудовые ресурсы, что помогает сократить время выполнения работ и мероприятий, минимизировать затраты и улучшить производительность. Модуль планирования и управления ресурсами, по мнению авторов, является ключевым компонентом системы управления объектом капитального строительства на стадии строительства. Материалы и сборные конструктивные элементы, строительная техника, механизмы и оборудование, перемещение рабочих и финансовых потоков – все представленные элементы нуждаются в грамотном

планировании, чтобы не создавать временных простоев на строительной площадке, которые в конечном итоге приведут к удорожанию этапа строительства и, как следствие, конечной продукции.

Мониторинг и контроль – это элементы системы, благодаря которым предоставляется возможность непрерывного «наблюдения» за ходом выполнения строительно-монтажных работ, а также обеспечивается соблюдение установленных сводами правил и нормативами стандартов качества. Основная задача модуля мониторинга и контроля – отслеживание и контроллинг процессов строительства и соблюдение графиков календарного планирования, появляется возможность для создания предиктивной аналитики по имеющимся сведениям. На их основе главные специалисты могут давать временные и финансовые прогнозы, принимать решения по повышению эффективности производства.

Необходимость наличия цифровой информационной модели обусловлена возможностью поиска ошибок и коллизий (пространственных или временных). Их предотвращение на стадии планирования способствует разработке мер по их минимизации и исключению в будущем, что выгодно для экономической стороны проекта.

Ни один проект не обходится без правок и изменений на этапе его реализации. Такими изменениями могут стать новые требования в градостроительной политике, требования заказчика или экспертизы, погодные условия, которые влекут за собой сдвиг графика работ, поэтому *модуль управления изменениями* отвечает за структурированный и систематический подход внедрения этих изменений в проект: как они повлияют на сроки и стоимость проекта, на использование дополнительных материальных и трудовых ресурсов, на внешнюю среду. Информационная среда дает единое пространство хранения всех возможных требований и изменений, и заинтересованные стороны могут получить к ним доступ в любое время.

Кроме основных элементов (планирование и управление ресурсами, мониторинг и контроль, управление изменениями), система содержит дополнительные модули, которые обеспечивают действенное функционирование вышеприведенных модулей системы управления инвестиционно-строительными проектами.

Быстрый обмен информацией между участниками строительства стал неотъемлемой частью успешно реализованного проекта. *Модули коммуникации и интеграции* предназначены для сокращения сроков передачи информации на основе интеграции между программным обеспечением разных вендоров. Это позволяет координировать действия между специалистами и переходить от одного статуса проекта к другому с экономией времени.

Аналитика данных помогает менеджерам проектов принимать информированные решения и мониторить ход выполнения проекта. *Аналитический модуль* является вспомогательным инструментом специалиста, производящего оценку рисков и прогнозирующего исходы событий. На основе его данных проводят оптимизацию ресурсов и распределение задач, улучшают сотрудничество внутри команды, выявляют области, где необходимо внедрять изменения.

Для внедрения представленной системы управления в коммерческую деятельность компаний, занимающихся реализацией инвестиционно-строительных проектов, необходимы два условия.

Первое – наличие специалистов, подготовленных к работе в условиях цифровизации строительной отрасли, т. к. развитие цифровых технологий способствует тому, что инженеру мало обладать специальными техническими знаниями только в проектировании или управлении строительством, ему также необходимы знания из сфер программирования или больших данных. Базовые знания помогут ускорить работу, создать собственное ИТ-решение и расширить круг компетенций. Отметим, что сотрудникам необходимо понимать, какими компетенциями они должны обладать в будущем, чтобы оставаться востребованными в строительной сфере, а работодателям и государству создавать условия для формирования этих компетенций, т. е. речь идет о программах обучения и их финансировании.

Вторым фактором, влияющим на успех внедрения, является полная обеспеченность рынка программными средствами, закрывающими разные задачи заказчика. Необходимо создание экосистемы, в которой смогут выполнять свои задачи разные участники строительного процесса: проектировщики и линейные работники, инженеры службы производственно-технического обеспечения и отдела снабжения, специалисты планово-экономического обеспечения и работники бухгалтерии. Единая экосистема позволит минимизировать риск потери данных при передаче из одной программы в другую, а также позволит хранить все данные в едином информационном пространстве. Примером такого программного комплекса служит разработка компании «1С» – «1С: BIM 6D». Это российский интегрированный программный комплекс для цифровизации предприятий строительной отрасли в соответствии с технологией информационного моделирования. В его состав входит система для проектирования Renga от разработчика «Аскон», а также ряд отраслевых решений «1С», позволяющих работать с информационной моделью на всех этапах жизненного цикла строительных объектов [13].

При использовании этого комплекса необходимо его наличие у всех участников инвестиционно-строительного проекта (от заказчика до генерального подрядчика), что может стать проблемой, т. к. во многих организациях имеется свое программное обеспечение для ведения проектов и приобретение другого ПО для реализации одного проекта может стать экономически невыгодным. Решением этой задачи является создание единого формата обмена данными между программами. Здесь появляется вопрос, что будет быстрее и эффективнее: разработка (доработка) единого формата обмена данными, например, существующего уже несколько лет XML-формата [14] или создание с нуля новой программы, объединяющей в себе этапы строительного производства? Строителям искать ответ на этот вопрос необходимо совместно с программистами. Только объединив усилия, можно получить качественный «продукт», который сможет оцифровать процесс управления инвестиционно-строительными проектами.

Заключение

Стратегическая задача развития строительной отрасли – это переход на технологии информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства, т. е. их применение в процессе разработки и реализации инвестиционно-строительных проектов. Это требует

системного подхода в управлении, учета при планировании этого процесса ключевой роли информационной модели объекта капитального строительства при формировании модулей системы управления, а также необходимости решения проблем обучения специалистов строительной отрасли и обеспеченности соответствующими программными продуктами. В свою очередь, этот процесс может значительно повысить эффективность, прозрачность и укрепление сотрудничества между участниками инвестиционно-строительных проектов, способствуя достижению успешных результатов и улучшению качества проектной и строительной деятельности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Российская Федерация. Президент.* О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года : Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 // Официальный интернет-портал правовой информации. 2020. URL: <http://pravo.gov.ru/>
2. *Российская Федерация. Правительство.* Об утверждении Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 г. с прогнозом до 2035 г. : Распоряжение Правительства от 31 октября 2022 г. № 3268-р // Официальный интернет-портал правовой информации. 2020. URL: <http://pravo.gov.ru/>
3. *Долматов А.В.* Управление проектами в строительстве. URL: <https://topuch.com/lekciidolmatov-a-v-potovalova-a-a-oglavlenie/index.html> (дата обращения: 01.10.2023).
4. *Бачурина С.С.* Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 1. Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. Москва : ДМК-Пресс, 2021. 112 с.
5. *Малахов В.И.* Современные технологии управления проектами в строительстве. Москва : Первое издание, 2018. 80 с.
6. *Мазур И.И. и др.* Управление проектами / под общ. ред. И.И. Мазура, В.Д. Шапиро. 6-е изд., стер. Москва : Омега-Л, 2010. 960 с.
7. *Integration Definition for Function Modeling (IDEF0)* / пер. с англ. Р.Х. Кинзябулатова. URL: <https://trinion.org/blog/perevod-standarta-idef0-s-angliyskogo-na-russkiy-yazyk> (дата обращения: 17.09.2023).
8. *Мухин В.И.* Исследование систем управления. Москва : Экзамен, 2003. 384 с.
9. *Борисов А.В., Волков Б.А.* Управление строительным проектированием. Санкт-Петербург : Стройиздат, 1986. 256 с.
10. *Гусакова Е.А., Павлов А.С.* Основы организации и управления в строительстве. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2023. 648 с.
11. *Калашиников А.А., Ватин Н.И.* Организация, управление и планирование в строительстве. Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического ун-та, 2011. 189 с.
12. *Шлапакова Н.А., Белянская Н.М., Глазкова С.Ю.* Основы организации и управления в строительстве. Ч. 1. Организация производств. Пенза : ПГУАС, 2013. 152 с.
13. *IC: BIM 6D* // IC: Отраслевые и специализированные решения. URL: <https://solutions.ic.ru/catalog/bim6d> (дата обращения: 25.11.2023).
14. *XML схемы в строительстве* // Digital developer. URL: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/54e1frt6t1-xml-shemi-v-stroitelstve> (дата обращения: 07.10.2023).

REFERENCES

1. President's Decree N 474, 21.07.2020 of the of the Russian Federation "National development goals of the Russian Federation for the years up to 2030", 2020. Available: <http://pravo.gov.ru/> (In Russian)
2. Government Order N 3268-r, October 31, 2022 "Approval of the strategy for the development of the construction industry, housing and communal services of the Russian Federation for the years 2030 to 2035", 2020. Available: <http://pravo.gov.ru> (In Russian)
3. *Dolmatov A.V.* Project management in construction. Available: <https://topuch.com/lekciidolmatov-a-v-potovalova-a-a-oglavlenie/index.html> (accessed October 1, 2023). (In Russian)

4. *Bachurina S.S.* Informational modeling: Digital models in the transition to digital design and construction. Part 1. Digital project management of full cycle in urban planning. Theory. Moscow: DMK-Press, 2021. 112 p. (In Russian)
5. *Malakhov V.I.* Modern technologies of project management in construction, 1st ed., Moscow, 2018. 80 p. (In Russian)
6. *Mazur I.I., Ed., Shapiro V.D.* Project management, 6th ed., Moscow: Omega-L, 2010. 960 p. (In Russian)
7. Integration definition for function modeling. Available: <https://trinion.org/blog/perevod-standarta-idefo-s-angliyskogo-na-russkiy-yazyk> (accessed September 17, 2023). (Russian translation)
8. *Mukhin V.I.* Research into management systems. Moscow: Ekzamen, 2003. 384 p. (In Russian)
9. *Borisov A.V., Volkov B.A.* Management of construction design. Saint-Petersburg: Stroyizdat, 1986. 256 p. (In Russian)
10. *Gusakova E.A., Pavlov A.S.* Fundamentals of organization and management in construction, 2nd ed., Moscow: Yurait, 2023. 648 p. (In Russian)
11. *Kalashnikov A.A., Vatin N.I.* Organization, management and planning in construction. Saint-Petersburg, 2011. 189 p. (In Russian)
12. *Shlapakova N.A., Belyanskaya N.M., Glazkova S.Y.* Fundamentals of organization and management in construction. Part 1. Organization of productions. Penza, 2013. 152 p. (In Russian)
13. 1C: BIM 6D. Available: <https://solutions.1c.ru/catalog/bim6d> (accessed November 25, 2023). (In Russian)
14. XML schemas in construction. Digital developer. Available: <https://digitaldeveloper.ru/blog/tpost/54e1frt6t1-xml-shemi-v-stroitelstve> (accessed October 7, 2023). (In Russian)

Сведения об авторах

Саенко Ирина Александровна, докт. экон. наук, профессор, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, isaenko@sfu-kras.ru

Шпенькова Татьяна Александровна, магистрант, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, tshpenkova@yandex.ru

Саенко Ярослав Дмитриевич, аспирант, Сибирский федеральный университет, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, saenkoyd@gmail.com

Authors Details

Irina A. Saenko, DSc, Professor, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, isaenko@sfu-kras.ru

Tat'yana A. Shpen'kova, Undergraduate Student, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, tshpenkova@yandex.ru

Yaroslav D. Saenko, Research Assistant, Siberian Federal University, 79, Svobodnyi Ave., 660041, Krasnoyarsk, Russia, saenkoyd@gmail.com

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.