



О результатах анализа проектной документации для строительства, разработанной с использованием технологий информационного моделирования

А.Р. Никитин^{1✉}, С.А. Синенко²

^{1,2}Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются результаты анализа проектной документации для строительства, разработанной с применением технологий информационного моделирования. Основная цель исследования заключается в изучении эффективности и перспектив применения цифровой информационной модели в строительной отрасли. В ходе работы были проанализированы особенности проектной документации, созданной с использованием цифровой информационной модели, а также преимущества и недостатки данного вида проектирования. Результаты исследования позволяют сделать вывод о значимом вкладе технологий информационного моделирования в процесс проектирования и строительства. Анализ цифровых информационных моделей, а также созданной на их основе проектной документации, позволяет выявить особенности структуры модели, качество информации и уровень детализации. В статье рассматривается возможность интеграции моделей и искусственного интеллекта, а также то, какие предполагаемые результаты даст для строительной отрасли такое сотрудничество. Полученные в результате анализа проектные данные могут быть полезны как для специалистов в области строительства, проектирования, службы эксплуатации, так и для специалистов, занимающихся развитием BIM-технологий и их внедрением в практику. Технологии информационного моделирования дают значительные преимущества в сфере строительства, обеспечивая более эффективное взаимодействие между участниками строительного процесса, улучшенное планирование и контроль за проектом. Это способствует повышению качества проектной документации, строительного-монтажных работ и пусконаладочных работ, снижению рисков, соблюдению бюджета и сроков строительства.

Ключевые слова: проектная документация, технологии информационного моделирования, цифровая информационная модель, искусственный интеллект

Для цитирования: Никитин А.Р., Синенко С.А. О результатах анализа проектной документации для строительства, разработанной с использованием технологий информационного моделирования // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2025. Т. 15. № 2. С. 257–265. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-257-265>. EDN: KPVVRM.

Original article

On the results of the analysis of design documentation for construction, developed using information modeling technologies

Alexander R. Nikitin^{1✉}, Sergey A. Sinenko²

^{1,2}National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

Abstract. The article discusses the results of the analysis of design documentation for construction, developed using information modeling technologies. The main purpose of the study is to study the effectiveness and prospects of applying the digital information model in the construction industry. In the course of the work, the specifics of the design documentation created using the digital information model, as well as the advantages and disadvantages of this type of design were analyzed. The research results allow us to conclude that information modeling technologies make a significant contribution to the design and construction process. The analysis of digital information models, as well as the design documentation

created on their basis, makes it possible to identify the features of the model structure, the quality of information and the level of detail. The article discusses the possibility of integrating models and artificial intelligence, as well as the expected results of such cooperation for the construction industry. The design data obtained as a result of the analysis can be useful both for specialists in the field of construction, design, maintenance, and for specialists involved in the development of BIM technologies and their implementation in practice. Information modeling technologies provide significant advantages in the construction industry, providing more effective interaction between participants in the construction process, improved planning and project control. This helps to improve the quality of project documentation, construction and installation work and commissioning, reduce risks, comply with the budget and construction deadlines.

Keywords: project documentation, information modeling technologies, digital information model, artificial intelligence

For citation: Nikitin A.R., Sinenko S.A. On the results of the analysis of design documentation for construction, developed using information modeling technologies. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2025;15(2):257-265. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2025-2-257-265>. EDN: KPVVRM.

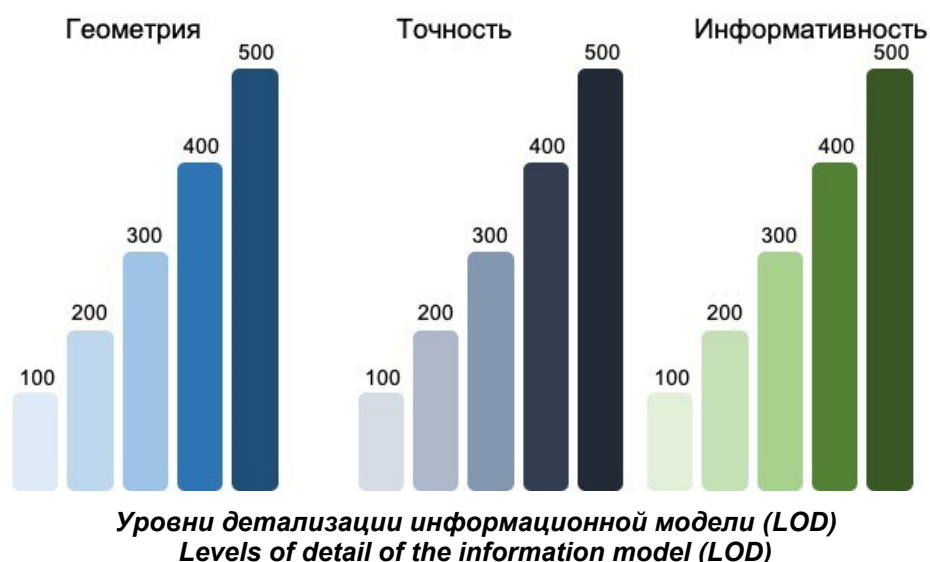
ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время строительная отрасль сталкивается с растущим спросом на более эффективные и инновационные подходы к проектированию и строительству. Одной из таких технологий, которая активно внедряется в данной сфере, является информационное моделирование зданий.

Результатом применения данной технологии является цифровая информационная модель, которая используется на протяжении всего жизненного цикла объекта строительства и передается службе эксплуатации объекта [1]. Цифровая информационная модель (ЦИМ) представляет собой цифровую трехмерную

модель здания, которая включает в себя геометрические параметры и информационные данные строящегося объекта, которые наполняют модель в течении всего его жизненного цикла.

Важно отметить, что в зависимости от стадии, в котором находится проект (предпроектная проработка, разработка проектной и рабочей документации, исполнительная документация и т. д.), модель может иметь различные уровни проработки, соответственно на каждом этапе жизненного цикла к модели могут применяться определенные требования. Стандарт ISO 19650 подробно описывает уровни детализации информационной модели [2, 3].



Одним из ключевых преимуществ технологии информационного моделирования (ТИМ) является возможность улучшения качества проектной документации за счет более полного

и точного представления данных и предоставленных визуальных возможностей. В совокупности такой подход дает возможность выполнить анализ принятых проектных решений и

выявить неточности и ошибки на ранней стадии проектирования. ЦИМ позволяет оптимизировать взаимодействие между участниками проекта, сокращать сроки проектирования и строительства, повышать эффективность управления объектом во время строительства и на этапе эксплуатации. Однако для эффективного использования ЦИМ необходимо не только внедрить соответствующее программное обеспечение, но и обучить специалистов работе с этими инструментами [4].

Исследования, проведенные в области применения ТИМ, указывают на то, что успешное внедрение этой технологии часто сопровождается улучшением качества проектной документации и увеличением производительности труда участников проекта. Однако необходимо более тщательно проанализировать результаты, чтобы определить конкретные показатели эффективности внедрения ТИМ и выявить факторы, влияющие на успешность применения данной технологии в конкретных проектах. Важным фактором, влияющим на дальнейшее развитие проектирования с помощью ТИМ, является развитие нейросетей. Совокупность технологий информационного моделирования и искусственного интеллекта (ИИ) может значительно повысить качество информационной модели и проектной документации, созданной на основе ЦИМ [5–7].

Целью данной статьи является анализ проектной документации для строительства, разработанной с использованием технологий информационного моделирования для выявления ключевых характеристик, влияющих на оценку этой документации. Для достижения этой цели предполагается изучить ряд аспектов проектной документации, включая структуру модели, качество информации, уровень детализации, соответствие стандартам и т. д.

Основными методами исследования является анализ существующих проектных документов, анкетирование участников проекта, сравнение проектной документации, разработанной с применением ТИМ, со стандартными методами проектирования. Также планируется оценить реакцию заказчиков на качество выпущенной документации и проведение экспертной оценки проектных решений, включенных в модели здания [8]. Результаты данного исследования могут быть полезны как для специалистов в области строительства и проектирования, желающих оценить эффективность применения ТИМ, так и для научного сообщества, занимающегося развитием информационного моделирования в строительстве. Предполагается, что полученные данные позволят лучше

понять влияние ТИМ на качество проектной документации, определить степень его оправданности и возможные пути улучшения процесса внедрения и использования данной технологии. Полученные в ходе данного исследования результаты могут быть интересны специалистам строительной отрасли, применяющих или планирующих применять ТИМ в своей профессиональной деятельности, а также для научных сотрудников, занимающихся вопросами развития и совершенствования ТИМ в строительной сфере. Ожидается, что результаты исследования позволят сформировать более полное представление о воздействии ТИМ на качество проектной документации, определить степень оправданности его внедрения и выявить потенциальные направления оптимизации процессов интеграции и применения данных технологий.

МЕТОДЫ

В ходе исследования авторами применялся комплексный подход, включающий как количественные, так и качественные методы анализа.

При проведении исследования были учтены возможные ограничения эксперимента, которые могли бы повлиять на результаты исследования. К этим ограничениям относятся: ограниченный выбор проектов, субъективность оценок экспертов, применение для проектирования различных программных комплексов. Для минимизации влияния ограничений было принято решение по увеличению выборки и количества опрашиваемых экспертов [5]. Материалом для исследования послужила проектная документация, разработанная для пяти типов объектов: жилые многоквартирные дома, офисные здания, общественные здания, промышленные объекты и инфраструктурные сооружения. Для каждого типа объекта была рассмотрена документация, разработанная в 2D и с помощью ТИМ.

Всего было рассмотрено десять комплектов проектной документации. Критерии отбора проектов включали:

1. Географическое расположение: проекты из разных регионов для охвата специфики нормативных требований и стандартов.
2. Этап реализации: проекты на различных стадиях – от концепции до рабочей документации.
3. Размер и сложность проекта: для оценки влияния масштаба на эффективность использования.

Методы исследования включали в себя:

1. Детальный анализ отобранной проектной документации с целью оценки:
 - структуры моделей: анализ иерархии эле-

ментов, логики построения моделей, использования шаблонов и семейств;

– качества информации: проверка точности геометрических параметров, соответствия техническим требованиям, наличия необходимых метаданных;

– уровня детализации (LOD): оценка соответствия уровня детализации этапу проектирования согласно международным стандартам (LOD 100–500 по классификации ТИМ);

– соответствия стандартам: проверка на соответствие национальным и международным стандартам проектирования и информационного моделирования (ФЗ, СП, ГОСТ, ISO).

2. Анкетирование специалистов, принимавших участие в разработке, проверке и реализации проектов.

Для анкетирования было отобрано десять специалистов. Среди них присутствовали проектировщики, специалисты в области ТИМ, специалисты службы технического заказчика. Все эксперты состоят в Национальном объединении изыскателей и проектировщиков и имеют опыт работы не менее пяти лет в области проектирования и проверки проектной документации.

В табл. 1 представлен образец анкеты, заполненный одним из экспертов.

Таблица 1. Шаблон анкеты для опроса экспертов
Table 1. The template of the questionnaire for the survey of experts

№	Блок вопросов	Вопрос	Ответ
1	Персональные данные	Должность	Главный инженер проекта
		Опыт работы (лет)	10
		Уровень владения ТИМ (начальный, средний, уверенный)	уверенный
2	Оценка преимуществ ТИМ	Влияние ТИМ на качество Вашей работы	<input checked="" type="checkbox"/> Значительно улучшило <input type="checkbox"/> Улучшило <input type="checkbox"/> Без изменения <input type="checkbox"/> Значительно ухудшило <input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
		Влияние ТИМ на коммуникацию в команде	<input type="checkbox"/> Значительно улучшило <input checked="" type="checkbox"/> Улучшило <input type="checkbox"/> Без изменения <input type="checkbox"/> Значительно ухудшило <input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
		Способность ТИМ выявлять ошибки в проектной документации	<input type="checkbox"/> Очень эффективно <input type="checkbox"/> Эффективно <input checked="" type="checkbox"/> Удовлетворительно <input type="checkbox"/> Неэффективно <input type="checkbox"/> Затрудняюсь ответить
3	Идентификация проблем и недостатков	Сложности в освоении технологий ТИМ	Недостаток квалифицированных специалистов, интеграция со строительной площадкой
		Технические ограничения ТИМ	Совместимость программного обеспечения, ограничения при использовании на крупных проектах с большим объемом данных, обновление данных модели на протяжении жизненного цикла проекта
		Организационные барьеры при использовании ТИМ	Недостаточное взаимодействие между участниками процесса, поддержка программного обеспечения
4	Предложения по улучшению	Рекомендации по оптимизации процессов, связанных с использованием ТИМ	Автоматизация рутинных задач с помощью ИИ, обновление модели в режиме реального времени
		Рекомендации по обучению персонала работе с ТИМ	Постоянное повышение квалификации, совместное обучение команды проекта
		Рекомендации по внедрению стандартов ТИМ	Разработка внутренних стандартов организации, создание системы контроля на основе ИИ, обмен опытом

Дополнительно к анкетированию были проведены интервью со всеми экспертами, участвующими в опросе, для более глубокого понимания проблем, выявленных в использовании ТИМ, обсуждения лучших практик и кейсов для внедрения современных технологий в проектирование и сбора экспертных мнений о перспективах развития ТИМ в проектировании зданий и сооружений.

3. Сравнительный анализ.

Для объективного сравнения проектной документации, разработанной с применением ТИМ и традиционных методов, были определены ключевые показатели эффективности (КПИ):

- время разработки: оценка сроков разработки проектной документации;
- количество выявленных ошибок: анализ коллизий и несоответствий в документации;
- полнота информации: наличие всех необходимых данных для строительства, включая спецификации, ведомости объемов

работ и т. д.

Сравнительный анализ проводился с использованием статистических методов обработки данных. Для оценки значимости различий применялись критерии Стьюдента.

Кроме того, авторами статьи были проанализированы действующие нормативные документы, национальные и международные стандарты, регламентирующие применение ТИМ в проектировании и строительстве.

Особое внимание уделялось требованиям к структуре и содержанию цифровой модели, регламентам обмена информацией между участниками проекта, и стандартам, связанным с уровнем детализации информации, указанной в модели [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Детальный анализ проектной документации, отобранной для проведения эксперимента, представлен в табл. 2.

В таблице указаны характерные для большинства рассмотренных проектов проблемы.

Таблица 2. Результаты анализа проектной документации
Table 2. The results of the analysis of the project documentation

Критерий анализа	Выявленные проблемы	Рекомендации
Структура модели		
Иерархия элементов	Некорректное расположение второстепенных элементов (мебель, оборудование)	Пересмотреть иерархию элементов, перенести второстепенные элементы в отдельные категории
Логика построения	Использование нецелевых семейств для конструктивных элементов	Оптимизировать использование стандартных семейств, заменить индивидуальные элементы при необходимости
Использование шаблонов и семейств	Несоответствие параметров индивидуальных семейств техническим характеристикам	Унифицировать семейства, привести параметры к стандартам и требованиям проекта
Качество информации		
Точность геометрии	Небольшие расхождения в размерах элементов (например, толщина стен), конфликты между архитектурными, конструктивными и инженерными элементами, такие как пересечения трубопроводов с конструкциями	Провести проверку геометрии, исправить несоответствия с проектной документацией
Соответствие техническим требованиям	Отсутствие информации о материалах для некоторых элементов, ошибки в маркировке оборудования	Добавить недостающую информацию о материалах, исправить маркировку согласно требованиям
Метаданные	Неполные метаданные (отсутствие данных о производителях и характеристиках инженерных систем)	Заполнить обязательные поля метаданных для всех элементов в модели
Уровень детализации (LOD)		
Проектная документация	Соответствует большинству элементов, но некоторые элементы (окна, двери, инженерные системы) проработаны излишне детально (LOD 400)	Уменьшить уровень детализации инженерных систем до LOD 300 для оптимизации модели

Окончание табл. 2

Рабочая документация	Недостаточная информация о способах установки, требованиях к крепежу и соединениям	Увеличить уровень детализации до LOD 400
Соответствие стандартам		
Национальные стандарты (ФЗ, СП, ГОСТ)	Частичное несоответствие СП 333.1325800.2017 (отсутствие обязательных метаданных, недостаточная детализация некоторых элементов)	Доработать метаданные и детализацию на уровне LOD 300 для соответствия СП
Международные стандарты (ISO 19650)	Нарушение требований по структуре общих данных, несоответствие стандартам именования файлов	Внедрить единую систему именования файлов, следовать процессам совместного использования данных

Проведенный анализ проектной документации показал, что структура моделей в целом соответствует проектным требованиям, однако имеются проблемы с унификацией семейств и логикой их построения.

Качество информации в большинстве случаев удовлетворительно, но требует доработки в части метаданных и точности геометрических параметров.

Уровень детализации моделей в ряде случаев превышает необходимый для текущего этапа проектирования, что может замедлить процесс согласования и увеличивает объем модели. Проекты частично соответствуют национальным и международным стандартам, однако требуется доработка в области интеграции данных и именования файлов.

Ответы, полученные в результате проведенного анкетирования и интервью со специалистами в области проектирования с помощью систем автоматизированного проектирования, были сведены в несколько пунктов:

1. Большинство специалистов указали на высокую сложность интерфейсов и необходимость постоянного обучения из-за частых обновлений программного обеспечения.

2. Важной проблемой остается совместимость между различными системами.

3. Основным организационным барьером для развития ТИМ специалисты указали сопротивление изменениям со стороны ряда сотрудников и руководства организации.

4. Основными направлениями оптимизации процессов являются: внедрение интегрированных платформ, использование облачных технологий и автоматизация процессов с помощью ИИ.

5. Для успешного использования ТИМ необходимо регулярное обучение, создание внутрикорпоративных образовательных центров для обмена информацией, использование сертифицированных программных обеспечений,

имеющих постоянную поддержку и обновление.

Анкетирование выявило необходимость в комплексном подходе к внедрению и использованию ТИМ.

Специалисты отметили, что важно не только техническое оснащение, но и организационная поддержка, включающая обучение и стандартизацию.

Для проведения сравнительного анализа проектной документации, разработанной в 2D и с помощью ТИМ, авторами были определены критерии анализа с целью сравнения двух средних значений полученных показателей из независимых выборок с использованием критерия Стьюдента по формуле:

$$t = ((\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / \sqrt{((s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2))}) \quad (1)$$

где \bar{x}_1 и \bar{x}_2 – средние значения двух выборок, s_1 и s_2 – стандартные отклонения двух выборок, n_1 и n_2 – количества наблюдений в двух выборках.

Среднее время разработки проектной документации

Среднее время разработки для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $\bar{x}_1 = 120$ дней.

Среднее время разработки для проектов, разработанных традиционными методами: $\bar{x}_2 = 180$ дней.

Стандартное отклонение времени разработки для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $s_1 = 10$ дней.

Стандартное отклонение времени разработки для проектов, разработанных традиционными методами: $s_2 = 15$ дней.

Количество наблюдений в обоих выборках: $n_1 = n_2 = 10$.

Критерий Стьюдента $t = -3,15$.

Полнота информации

Средний уровень полноты информации для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $\bar{x}_1 = 75\%$.

Средний уровень полноты информации для проектов, разработанных традиционными методами: $\bar{x}_2 = 60 \%$.

Стандартное отклонение полноты информации для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $s_1 = 2\%$

Стандартное отклонение полноты информации для проектов, разработанных традиционными методами: $s_2 = 3 \%$.

Количество наблюдений в обоих выборках: $n_1 = n_2 = 10$.

Критерий Стьюдента $t = 13,16$.

Количество выявленных ошибок

Средний количество ошибок для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $\bar{x}_1 = 125$.

Средний количество ошибок для проектов, разработанных традиционными методами: $\bar{x}_2 = 164$.

Стандартное отклонение количества ошибок для проектов, разработанных с помощью ТИМ: $s_1 = 20$.

Стандартное отклонение количества для проектов, разработанных традиционными методами: $s_2 = 25$.

Количество наблюдений в обоих выборках: $n_1 = n_2 = 10$.

Критерий Стьюдента $t = -2,72$.

Для определения значимости результатов критерия Стьюдента, необходимо рассчитать значение p , которое представляет собой вероятность того, что наблюдаемая разница между двумя средними значениями является случайной.

Для этого использовались таблицы критерия Стьюдента.

Значения p

Время разработки: $p = 0,004$ (значимая разница при уровне значимости $0,05$).

Полнота информации: $p = 0,0001$ (значимая разница при уровне значимости $0,05$).

Количество выявленных ошибок: $p = 0,001$ (значимая разница при уровне значимости $0,05$).

На основе рассчитанных значений p можно заключить, что наблюдаемые различия между средними значениями времени разработки,

полноты информации и уровня взаимодействия участников проекта, разработанными с помощью ТИМ и традиционными методами, являются значимыми при уровне значимости $0,05$. В ходе выполнения анализа нормативно-технической документации было проанализировано более 100 стандартов и сводов правил в области технологий информационного моделирования, компьютерного моделирования и ИИ. Анализ показал, что, несмотря на значительный прогресс в области ТИМ и ИИ, необходимо дальнейшее развитие и уточнение регламентов для обеспечения согласованности и эффективности применения ТИМ в проектировании и строительстве. Особое внимание следует уделить разработке единых стандартов в области ТИМ и ИИ, более детальному определению требований к уровню детализации, процедурам обмена информацией и управлению жизненным циклом данных в ЦИМ. Это позволит повысить качество и эффективность строительных проектов, минимизировать риски и улучшить взаимодействие между участниками проекта [10–13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги анализа проектной документации подчеркивают потенциал информационных технологий и ИИ. Использование цифровой информационной модели не просто улучшает процесс проектирования и строительства, но и кардинально меняет подход к управлению проектами, предоставляя специалистам инструменты для комплексного анализа. Происходит оптимизация проектных решений на всех этапах жизненного цикла объекта строительства.

Преимущества ТИМ выражаются в более точных проектных решениях, уменьшая количество неточностей и ошибок, допущенных в проектной документации. Это одновременно снижает затраты и ускоряет процесс строительства. Для полноценного раскрытия потенциала цифровой информационной модели необходимо не только техническое оснащение и качественное программное обеспечение, но и обучение и адаптация специалистов к новым технологиям и методам работы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Синенко С.А., Савин И.М. Цифровизация деятельности подрядных строительных организаций // Строительное производство. 2023. № 2. С. 146–149. https://doi.org/10.54950/26585340_2023_2_146. EDN: EVUHRW.
2. Berger R. Digitization in The Construction Industry. Germany: Munich, 2016. 15 p.
3. Tsay G.S., Staub-French S., Poirier E., Zadeh P., Pottinger R. BIM for FM: Understanding Information Quality Issues in Terms of Compliance with Owner's Building Information Modeling Requirements // Frontiers in Built Environment. 2023. Vol. 9. P. 1–30. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1117066>.
4. Верстина Н.Г., Кисель Т.Н., Кулаков Т.Ю. Внедрение инновационных технологий на предприятиях инвестиционно-строительной сферы: проблемы и определяющие факторы // E-Management. 2022. Т. 5.

- № 1. С. 4–13. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2022-5-1-4-13>. EDN: SPXUXG.
5. Сычева И.В., Леонтьева Т.С., Воронцов Д.Д. Использование информационного моделирования как инструмента снижения себестоимости строительства // Вестник Института экономических исследований. 2022. № 2 (26). С. 85–91. EDN: HAVFCW.
6. Теличенко В.И., Лapidус А.А., Слесарев М.Ю. Анализ и синтез образов экологически ориентированных инновационных технологий строительного производства // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18. № 8. С. 1298–1305. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.8.1298-1305>. EDN: RNDOCL.
7. Никитин А.Р., Синенко С.А. О разработке методики оценки качества проектной документации, подготовленной с помощью информационного моделирования // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования – 2023. Сб. докладов IV Национальной науч. конф. (г. Москва, 15 декабря 2023 г.). М., 2024. С. 668–674. EDN: TUXMEJ.
8. Синенко С.А., Никитин А.Р. Определение критериев оценки проектной документации, подготовленной с помощью информационного моделирования // Строительное производство. 2024. № 2. С. 88–94. https://doi.org/10.54950/26585340_2024_2_88. EDN: SGGPSM.
9. Киль Е.А., Филиппов А.Г., Татаринцев Н.И., Зеньков С.А., Филимендикова Р.Э. Оценка влияния внедрения технологий информационного моделирования на стоимость проектных работ // Инновации и инвестиции. 2022. № 10. С. 220–222. EDN: VINJSN.
10. Candir E., Atasoy G. Exploring Quality Issues in Building Information Models Via Structural Design Reviews // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1101. P. 1–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/9/092011>.
11. Вишневская А.И., Аблязов Т.Х. Цифровая стратегия как основа цифровой трансформации строительных организаций // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 9. № 3-1. С. 11–20. <https://doi.org/10.34670/AR.2019.89.3.001>. EDN: ARYAIID.
12. Пенькова Т.Г., Вайнштейн Ю.В. Модели и методы искусственного интеллекта. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. 116 с.
13. Brown T.B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P. [et al.] Language Models Are Few-Shot Learners // NIPS'20: Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems. 2020. P. 1877–1901. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>.

REFERENCES

1. Sinenko S.A., Savin I.M. Digitalization of Activities of Contracting Construction Organizations. *Construction Production*. 2023;2:146-149. (In Russ.). https://doi.org/10.54950/26585340_2023_2_146. EDN: EVUHRW.
2. Berger R. Digitization in The Construction Industry. Germany: Munich, 2016. 15 p.
3. Tsay G.S., Staub-French S., Poirier E., Zadeh P., Pottinger R. BIM for FM: Understanding Information Quality Issues in Terms of Compliance with Owner's Building Information Modeling Requirements. *Frontiers in Built Environment*. 2023;9:1-30. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1117066>.
4. Verstina N.G., Kisel T.N., Kulakov K.Yu. Innovative Technologies Implementation to The Investment and Construction Industry: Problems and Determining Factors. *E-Management*. 2022;5(1):4-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2022-5-1-4-13>. EDN: SPXUXG.
5. Sycheva I.V., Leontyeva T.S., Vorontsov D.D. The Use of an Information Modeling as A Tool to Reduce the Construction Cost. *Economic Research Institute Journal*. 2022;2(26):85-91. (In Russ.). EDN: HAVFCW.
6. Telichenko V.I., Lapidus A.A., Slesarev M.Yu. Analysis and Synthesis of Images of Environmentally Oriented Innovative Technologies of Construction Production. *Monthly Journal on Construction and Architecture*. 2023;18(8):1298-1305. (In Russ.). <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.8.1298-1305>. EDN: RNDOCL.
7. Nikitin A.R., Sinenko S.A. On The Development of a Methodology for Assessing the Quality of Project Documentation Prepared Using Information Modeling. In: *Aktual'nye problemy stroitel'noi otrasli i obrazovaniya – 2023. Sbornik dokladov IV Natsional'noi nauchnoi konferentsii = Current Problems of the Construction Industry and Education – 2023. Collection of Reports of The IV National Scientific Conference*. 15 December 2023, Moscow. Moscow; 2024. p. 668–674. (In Russ.). EDN: TUXMEJ.
8. Sinenko S.A., Nikitin A.R. Determination of Criteria for Evaluating Project Documentation Prepared Using Information Modeling. *Construction Production*. 2024;2:88-94. (In Russ.). https://doi.org/10.54950/26585340_2024_2_88. EDN: SGGPSM.
9. Kiel E.A., Filippov A.G., Tatarintsev N.I., Zenkov S.A., Filimendikova R.E. Assessment of The Impact of the Introduction of Information Modeling Technologies On the Cost of Design Work. *Innovatsii i investitsii*. 2022;10:220-222. (In Russ.). EDN: VINJSN.
10. Candir E., Atasoy G. Exploring Quality Issues in Building Information Models Via Structural Design Reviews. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;1101:1-11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/9/092011>.
11. Vishnivetskaya A.I., Ablyazov T.Kh. Digital Strategy as A Basis for Digital Transformation of Construction

Organizations. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*. 2019;9(3-1):11-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.34670/AR.2019.89.3.001>. EDN: ARYAID.

12. Pen'kova T.G., Vainshtein Yu.V. *Models and Methods of Artificial Intelligence*. Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2019. 116 p. (In Russ.).

13. Brown T.B., Mann B., Ryder N., Subbiah M., Kaplan J., Dhariwal P. [et al.] Language Models Are Few Shot Learners. *NIPS'20: Proceedings of the 34th International Conference on Neural Information Processing Systems*. 2020:1877-1901. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>.

Информация об авторах

Никитин Александр Русланович,
аспирант,
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26,
Россия,
✉e-mail: A.Nikitin56@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-6755-8247>
Author ID: 1241024

Синенко Сергей Анатольевич,
д.т.н., профессор
кафедры технологии и организация
строительного производства,
Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет,
129337, г. Москва, Ярославское шоссе, 26,
Россия,
e-mail: sasin50@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2212-750X>
Author ID: 659012

Information about the authors

Alexander R. Nikitin,
Postgraduate Student,
National Research Moscow State University
of Civil Engineering,
26 Yaroslavskoe Shosse, Moscow 129337,
Russia,
✉e-mail: A.Nikitin56@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-6755-8247>
Author ID: 1241024

Sergey A. Sinenko,
Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department
of Technology and Organization of Construction
Production,
National Research Moscow State University
of Civil Engineering,
26 Yaroslavskoe Shosse, Moscow 129337,
Russia,
e-mail: sasin50@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2212-750X>
Author ID: 659012

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад
в подготовку публикации.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта
интересов.

Все авторы прочитали и одобрили
окончательный вариант рукописи.

Информация о статье

Статья поступила в редакцию 01.04.2025.
Одобрена после рецензирования 18.04.2025.
Принята к публикации 21.04.2025.

Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests
regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and
approved by all the co-authors.

Information about the article

The article was submitted 01.04.2025.
Approved after reviewing 18.04.2025.
Accepted for publication 21.04.2025.