

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 88-94. ISSN 2617-1848 (print)

The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 88-94. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья

УДК 69:658.152(08)

doi: 10.71536/sd.2024.4c29.12

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ольга Николаевна Зерова¹; Илья Владимирович Телегин²; Владислав Игоревич
Водолазский³

^{1,2,3}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия,

¹o.n.zerova@donnasa.ru, ²telegin.i.v-isi-4a@donnasa.ru, ³vodolazskiy.v.i-isiu-5b@donnasa.ru

Аннотация. Рассмотрены особенности управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов (далее – ИСП) с применением технологий информационного моделирования (далее – ТИМ/ВІМ). Анализ подходов к рассмотрению понятия «информационное моделирование здания или сооружения» позволил сформулировать, что под информационным моделированием следует понимать процесс создания и управления информацией о здании или сооружении, формирующий основу для принятия решений на протяжении его полного жизненного цикла. Обосновано, что для оптимизации бюджета проекта, повышения точности расчетов и улучшения взаимодействия всех участников, внедрение ВІМ-технологий должно носить системный характер на всех стадиях жизненного цикла проекта. В статье анализируются преимущества и недостатки использования ВІМ, а также рассматриваются практические примеры применения ВІМ для снижения затрат и повышения эффективности проектов, рассмотрены перспективы дальнейшего развития данных технологий, включая интеграцию с искусственным интеллектом, облачными решениями и 5D моделированием. Приведены примеры успешного использования ВІМ в крупных строительных проектах, что демонстрирует его потенциал для повышения экономической эффективности и снижения финансовых рисков. Статья акцентирует внимание на важности внедрения ВІМ для повышения конкурентоспособности строительных компаний и прогнозирует дальнейшее развитие технологий управления стоимостью в ИСП на основе ВІМ в ближайшем будущем.

Ключевые слова: строительство, инвестиционно-строительный проект, управление стоимостью, прогнозирование стоимости, информационное моделирование зданий, оптимизация затрат, эффективность проектов, 5D-моделирование, искусственный интеллект, облачные технологии

Original article

FEATURES OF COST MANAGEMENT OF INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS BASED ON INFORMATION MODELING

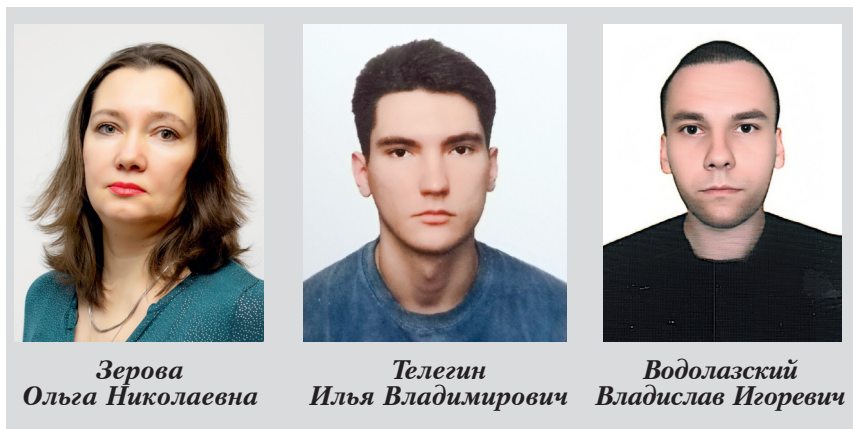
Olga N. Zerova¹; Ilya V. Telegin²; Vladislav I. Vodolazsky³

^{1,2,3}Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeevka, Russia,

¹o.n.zerova@donnasa.ru, ²telegin.i.v-isi-4a@donnasa.ru, ³vodolazskiy.v.i-isiu-5b@donnasa.ru

Abstract. This article studied the features of cost management of investment and construction projects (hereinafter referred to as ICP) using information modeling technologies (hereinafter referred to as BIM). An analysis of approaches to the concept of “information modeling of a building or structure” allowed us to formulate that information modeling should be understood as the process of creating and managing information about a building or structure, which forms the basis for decision-making throughout its entire life cycle. It is substantiated that in order to optimize the project budget, increase the accuracy of calculations and improve the interaction of all participants, the implementation of BIM technologies should be systemic at all stages of the project life cycle. The article analyzes the advantages and disadvantages of using BIM, and also considers practical examples of using BIM to reduce costs and improve project efficiency, and

© Зерова О. Н., Телегин И. В., Водолазский В. И., 2024



*Зерова
Ольга Николаевна*

*Телегин
Илья Владимирович*

*Водолазский
Владислав Игоревич*

considers the prospects for further development of these technologies, including integration with artificial intelligence, cloud solutions and 5D modeling. Examples of successful use of BIM in large construction projects are given, which demonstrates its potential to increase cost efficiency and reduce financial risks. The article focuses on the importance of implementing BIM to increase the competitiveness of construction companies and predicts the further development of cost management technologies in ISP based on BIM in the near future.

Keywords: construction, investment and construction project, cost management, cost forecasting, building information modeling, cost optimization, project efficiency, 5D modeling, artificial intelligence, cloud technologies

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях динамично развивающегося рынка строительства и постоянного увеличения масштабов и сложности проектов вопрос управления стоимостью становится ключевым аспектом успеха инвестиционно-строительных проектов. Традиционные методы управления стоимостью часто сталкиваются с множеством ограничений, что приводит к перерасходу бюджета, задержкам сдачи объекта капитального строительства (далее – ОКС) в эксплуатацию и, как следствие, снижению рентабельности ИСП. В связи с этим возрастает необходимость внедрения новых подходов и технологий, позволяющих повысить эффективность управления проектами.

Одной из таких технологий является информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling), которое уже зарекомендовало себя как эффективный инструмент для планирования и координации строительных процессов. BIM позволяет не только визуализировать проект, но и значительно упростить контроль затрат, автоматизировать процессы расчета и управления стоимостью на всех этапах жизненного цикла строительного объекта.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы разработки и внедрения механизма управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта на основе использования BIM-модели объекта строительства нашли отражение в работах отечественных ученых: Рахматуллиной Е. С., Татаринцева Н. И., Дорониной Е. В., Балан Ю. Н., Шамовой Е. А., Шарманова В. В., Золотовой Ю. С., Талапова В. В. Исследованию вопросов эффективного внедрения ТИМ в сфере строительства посвящены работы Абакумова Р. Г., Ковалева А. П., Антипина А. И., Трофимовой О. М., Талапова В. В., Гороховой Т. В.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ заключается в рассмотрении особенностей управления стоимостью в инвестиционно-строительных про-

ектах с использованием технологий информационного моделирования. В ходе исследования будут проанализированы ключевые принципы работы с BIM, его преимущества и недостатки, а также предложены примеры успешного применения данной технологии для снижения затрат и оптимизации бюджетов проектов. В рамках исследования ставятся следующие задачи:

- проанализировать роль и значение BIM в управлении стоимостью;
- рассмотреть практические примеры применения BIM для эффективного контроля затрат;
- оценить перспективы дальнейшего развития BIM в управлении стоимостью.

Данная работа позволит получить комплексное представление о том, как информационное моделирование может способствовать улучшению управления стоимостью и повышению экономической эффективности реализации инвестиционно-строительных проектов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Информационное моделирование зданий (BIM – Building Information Modeling) представляет собой процесс создания и управления цифровыми моделями физических и функциональных характеристик ОКС. По мнению Сычевой И., Бурай Н., Ванина И., технологии информационного моделирования – «технология объединения цифровых инструментов управления инвестиционно-строительным проектом, включающая этап создания объекта недвижимости и управления его жизненным циклом после начала эксплуатации» [1].

BIM – это не просто 3D-моделирование зданий, а комплексная информационная система, которая объединяет архитектурные, инженерные и строительные данные в единой цифровой модели. Эта технология представляет собой информационную проектную модель, которая заключается в синхронном взаимодействии всех процессов, включая этапы проектирования, строительства и эксплуатации [2]. Модель содержит не только геометрические характеристики объекта, но и информацию о материалах, сто-

имости, сроках выполнения работ, а также данные о жизненном цикле ОКС. BIM позволяет пользователям (архитекторам, инженерам, строителям, фасилити-менеджерам) взаимодействовать на всех этапах проекта, синхронизируя данные и обеспечивая максимальную точность планирования и реализации.

Основные характеристики BIM:

- многомерность. BIM-модели могут быть 3D, 4D (с добавлением времени), 5D (с добавлением стоимости) и даже 6D и 7D, включая эксплуатационные характеристики и экологические данные;
- интеграция всех данных. В BIM объединяются данные о проектировании, строительстве, эксплуатации и техническом обслуживании ОКС. Это позволяет всем участникам проекта работать в единой среде и эффективно координировать свои действия;
- динамическое обновление данных. Все изменения, внесенные в модель, автоматически обновляются во всех разделах проекта, что помогает избежать коллизий и недоразумений;
- оптимизация времени и ресурсов. Использование BIM позволяет точно планировать сроки выполнения работ и затраты на строительство, что снижает риск превышения бюджета и затягивания сроков проекта;
- улучшение взаимодействия между участниками, формирующее основу для принятия решений на всех этапах жизненного цикла проекта. Все участники проекта работают с одной и той же моделью, что упрощает взаимодействие и позволяет сократить коллизии, связанные с нестыков-

ками в проектной документации, благодаря чему проектные команды могут эффективнее координировать свои действия;

- прогнозируемость затрат и управление стоимостью. BIM позволяет более точно планировать и прогнозировать затраты ИСП, так как в модель на протяжении всего жизненного цикла ИСП можно интегрировать данные о стоимости материалов, рабочей силы и других ресурсов. Это делает BIM важным инструментом для управления стоимостью проекта;
- управление активами на этапе фасилити-менеджмента ОКС. BIM поддерживает моделирование и управление жизненным циклом ИСП, включая эксплуатацию, техническое обслуживание и возможные реконструкции.
- визуализация и анализ. BIM позволяет визуализировать проект на различных этапах его реализации, что помогает участникам проекта лучше понимать конечный результат и оценивать влияние изменений в реальном времени. Также с помощью BIM можно проводить анализ энергоэффективности, устойчивости и других эксплуатационных характеристик объекта.

Управление стоимостью в строительстве всегда было одной из самых сложных задач для успешной реализации инвестиционно-строительных проектов. Применение информационного моделирования зданий внесло значительные изменения в этот процесс, предлагая новые инструменты и методы для более точного контроля и управления затратами на всех этапах жизненного цикла проекта. BIM позволяет автоматизировать процессы оценки стоимости,

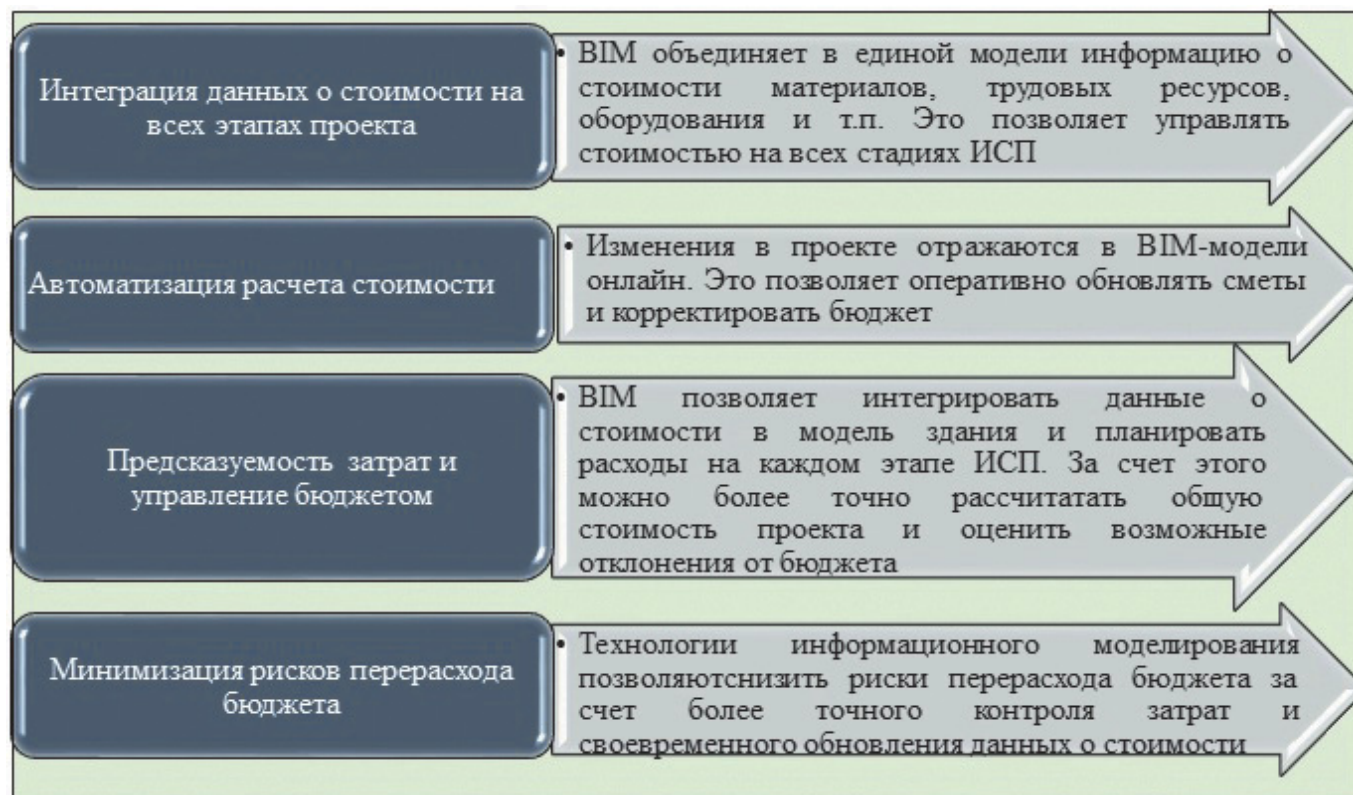


Рис. 1. Влияние технологий информационного моделирования на процесс управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта

улучшить прогнозирование расходов, а также минимизировать риски перерасхода бюджета. На рис. 1 показано влияние технологий информационного моделирования на процесс управления стоимостью инвестиционно-строительного проекта.

Рассматривая влияние BIM-технологий на управление стоимостью ИСП на основных этапах реализации инвестиционно-строительного проекта, необходимо отметить следующее:

1. На этапе проектирования интегрирование данных из 3D-модели в смету упрощает формирование стоимости строительства объекта в целом, а также помогает анализировать альтернативные проектные решения с точки зрения их стоимости. Кроме того, BIM способствует выявлению потенциальных проблем еще на стадии проектирования, что позволяет избежать дорогостоящих исправлений на этапе строительства;

2. На этапе строительства BIM позволяет контролировать и анализировать фактические затраты в сравнении с запланированными. Это возможно благодаря синхронизации модели с данными о закупках, объемах выполненных работ и графике строительства. Если возникают отклонения от плана, система оперативно уведомляет о необходимости принятия корректирующих мер, что позволяет минимизировать перерасход средств и коррелировать затраты по проекту;

3. На этапе эксплуатации BIM используется для управления затратами на техническое обслуживание и ремонт объекта. Модель хранит данные обо всех элементах здания, включая информацию о стоимости их замены или обслуживания, что позволяет планировать бюджеты на эксплуатацию и снижать затраты на содержание объекта.

Интеграция BIM с программами для управления затратами, такими как CostX, Navisworks, позволяет не только прогнозировать и контролировать затраты, но и автоматизировать процессы создания отчетов, что существенно снижает трудоемкость процессов управления стоимостью.

В последние годы ведущие строительные компании Российской Федерации активно внедряют технологии информационного моделирования при реализации крупных инвестиционно-строительных проектов, при этом отмечают значительные преимущества от использования BIM, такие как снижение затрат, повышение точности расчетов и улучшение координации участников. Рассмотрим реальные примеры применения BIM для управления стоимостью ИСП и анализ полученные результатов.

1. Реконструкция аэропорта в Санкт-Петербурге. Проект реконструкции аэропорта «Пулково» в Санкт-Петербурге — пример успешного применения BIM для управления стоимостью в рамках крупного инвестиционно-строительного проекта. В ходе реконструкции использовалась технология информационного моделирования для автоматизации процессов управления и контроля затрат. Ключевые результаты применения BIM:

- прозрачность и контроль: программа BIM 360 в реальном времени отслеживала изменения в проекте и их влияние на затраты, что позволило поддерживать строгий контроль бюджета на всех стадиях проекта;

- предотвращение перерасхода: с помощью комбинации Revit, BIM 360 и Vico Office удалось сократить перерасход бюджета на 10%, так как все изменения были своевременно выявлены и учтены в расчетах стоимости;
- повышение точности смет: использование Vico Office позволило точно прогнозировать стоимость отдельных этапов проекта с учетом временных и материальных затрат. Автоматизация расчетов и интеграция данных из разных систем помогли избежать ошибок и снизить трудоемкость процесса сметного контроля.

Проект реконструкции завершился с минимальными отклонениями от планового бюджета, что свидетельствует о высоком уровне эффективности использования BIM в управлении стоимостью.

2. В Казани при строительстве крупного жилого комплекса наряду с другими технологиями информационного моделирования был использован облачный сервис по работе со сметной документацией строительного объекта Cost X. Этот инструмент позволил не только сократить затраты на этапе строительства, но и значительно повысить точность сметных расчетов на этапе планирования. Полученные результаты показали, что применение BIM при реализации ИСП — от проектирования до строительства — позволяет более эффективно управлять стоимостью и снижать риски:

- на 12 % от первоначально запланированной суммы удалось снизить затраты на материалы за счет детализированного анализа данных по закупкам, содержащихся в BIM-модели;
- использование облачного сервиса по работе со сметной документацией CostX позволило создать высокоточные сметы, которые учитывали все возможные изменения проекта на различных этапах строительства;
- BIM-модель обновлялась в реальном времени, и любые изменения сразу учитывались в расчетах стоимости, что позволило избежать перерасхода и дополнительных затрат на исправление коллизий.

3. В рамках строительства транспортного тоннеля в Сочи использовались решения на базе Synchro Pro. Это среда, объединяющая в себе решения по календарно-сетевому планированию и трехмерные модели объектов для управления сроками и затратами в единой BIM-модели. Участники ИСП получили среду для планирования, анализа, редактирования, составления отчетов и управления проектом и ресурсами через единый визуальный интерфейс. Календарно-сетевой график Synchro PRO учитывал работы, выстроенные в технологическую последовательность, физические объемы, длительность выполнения каждой задачи. Synchro Pro интегрировался в BIM-процесс на этапе стройки и ускорил возведение тоннеля. Это стало одним из первых крупных инфраструктурных проектов в России, где BIM активно применялся для 5D моделирования (включая временные и стоимостные данные). В результате:

- Synchro Pro позволил интегрировать графики строительства с финансовыми показателями, что

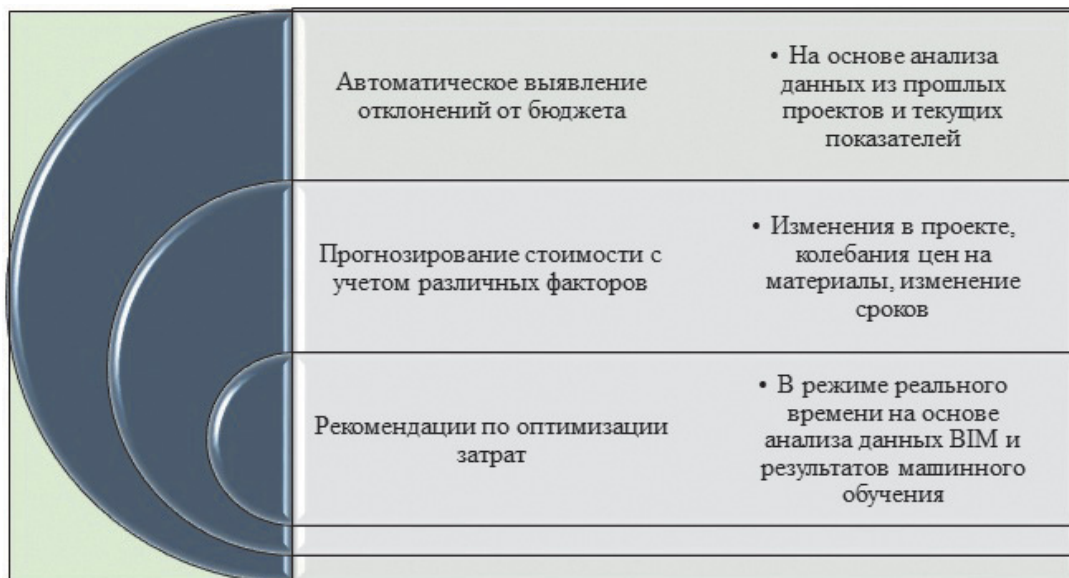


Рис. 2. Применение ИИ в управлении стоимостью на основе BIM

значительно упростило управление проектом и повысило точность прогнозирования затрат;

- на 5% сократилось время реализации проекта благодаря точному планированию и оптимизации процессов строительства;
- BIM позволил выявить потенциальные риски перерасхода на ранних стадиях проекта и принять соответствующие меры, что помогло избежать превышения бюджета.

Этот пример показал, что использование BIM и 5D моделирования позволяет эффективно координировать строительные процессы и управление бюджетом, минимизируя риски и затраты.

Одним из перспективных направлений развития BIM является использование технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) и машинного обучения для автоматизации и улучшения процессов управления стоимостью. Алгоритмы ИИ могут анализировать огромные объемы данных, поступающих из BIM-моделей, и на основе этого анализа прогнозировать затраты, выявлять потенциальные риски перерасхода и предлагать оптимальные решения для снижения стоимости [3].

Применение ИИ в управлении стоимостью на основе BIM показано на рисунке 2.

Использование таких технологий сделает управление стоимостью более точным, проактивным и менее зависимым от человеческого фактора.

В ближайшие годы ожидается расширение возможностей интеграции BIM с финансовыми системами, что позволит создать полноценные цифровые платформы для управления проектами, объединяющие техническую и финансовую информацию в едином пространстве. Такие платформы будут включать автоматизированные процессы управления затратами, прогнозирования бюджетов и генерации финансовых отчетов. Эта интеграция позволит создавать сквозные рабочие процессы, где данные о проектировании, строительстве и стоимости будут полностью синхронизированы; улучшить контроль за финансовыми потоками на каждом этапе реализации проекта; сокращать время на расчеты и анализ данных

благодаря автоматизации работы между BIM-моделями и финансовыми инструментами. Полноценная интеграция BIM и финансовых систем может сделать управление стоимостью более эффективным и быстрым, снизив количество ошибок, связанных с ручной обработкой данных [4].

С увеличением объема данных, создаваемых BIM-моделями, все больше компаний переходят на использование облачных технологий для хранения и обработки этих данных. Облачные платформы позволяют обеспечивать доступ к информации в реальном времени для всех участников проекта, что значительно улучшает прозрачность управления стоимостью. Комплексное интегрирование облачных технологий в управление стоимостью позволяет на качественно ином уровне реализовывать процесс управления проектом в целом (рис. 3).

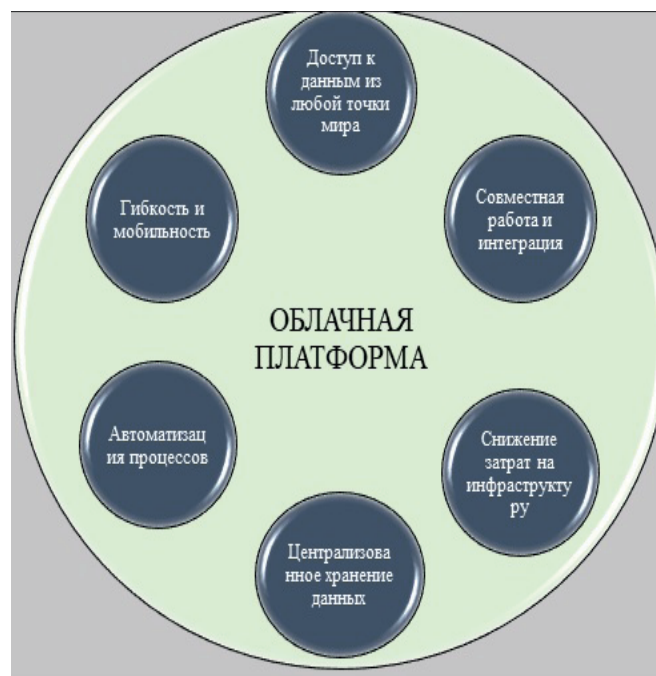


Рис. 3. Возможности использования облачных технологий в управлении ИСП

Таким образом, развитие облачных решений приведет к более гибкому и эффективному управлению стоимостью, особенно для крупных и распределенных проектов.

Все более востребованным инструментом для комплексного управления проектами становится 5D-моделирование [5, 6], включающее интеграцию в 3D-моделирование временных и стоимостных данных. В ближайшие годы 5D BIM станет стандартом для ИСП, так как позволяет управлять не только архитектурными и инженерными аспектами, но и контролировать стоимость и сроки реализации. Основными преимуществами 5D-моделирования являются:

- гибкость в управлении стоимостью ИСП: возможность прогнозировать, как изменения в проекте повлияют на общую стоимость проекта и сроки и реализации [7, 8];

- улучшение планирования: возможность интеграции графиков выполнения работ с бюджетами, что даст возможность более точно планировать использование ресурсов;

- повышение прозрачности и точности: возможность просматривать данные о стоимости в 5D и отслеживать изменения в реальном времени, что значительно повысит прозрачность процессов управления проектом.

Повышение эффективности инвестиционно-строительных проектов за счет развития и использования 5D-технологий будет способствовать дальнейшему распространению ТИМ в строительстве и увеличению их влияния на управление стоимостью.

ВЫВОДЫ

В условиях глобальных изменений и технологического прогресса строительная отрасль активно трансформируется, внедряя инновационные подходы к управлению проектами. Одной из ключевых технологий, обеспечивающих такую трансформацию, является информационное моделирование зданий (BIM), которое уже зарекомендовало себя как мощный инструмент для оптимизации управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов. В ходе исследования были рассмотрены основные аспекты управления стоимостью ИСП на основе информационного моделирования. Реальные примеры применения BIM, такие как реконструкция аэропорта «Пулково», строительство жилого комплекса и создание инфраструктурных объектов, показывают, что с помощью BIM удастся достигать значительных экономических выгод. Таким образом, BIM является ключевым фактором успеха современных ИСП, создавая условия для более точного, прозрачного и экономически эффективного управления стоимостью. Развитие этой технологии будет способствовать дальнейшей оптимизации строительных процессов и снижению рисков, что в итоге сделает проекты более успешными и рентабельными. Внедрение и развитие BIM — это не только требование времени, но и важный шаг к повышению конкурентоспособности компаний на строительном рынке.

Список литературы

1. Сычева, И. В. Особенности управления стоимостью инвестиционно-строительных проектов в условиях цифровой трансформации строительной отрасли ДНР / И. В. Сычева, Н. И. Бурау, И. А. Ванин. — Текст: непосредственный // *Строитель Донбасса*. — 2022. — № 4(21). — С. 9-16.
2. Горохова, Т. В. BIM-технологии в проектировании / Т. В. Горохова. — Текст: электронный // *Вестник магистратуры*. — 2022. — № 2-2 (125). — С. 35-37. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-tehnologii-v-proektirovanii/viewer> (дата обращения: 22.09.2024).
3. Raqqad, Z. K. *The Integration of BIM and AI in Modern Construction Projects: Between Theory, Applicability, and Realistically*. — Текст :электронный // SSRN. — 2024. — 20 p. — URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4703227 (дата обращения: 22.09.2024).
4. Pan, Y., & Zhang, L. *Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions*. — Текст :электронный // *Archives of Computational Methods in Engineering*. — 2023. — № 30. — P. 1081-1110. — URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11831-022-09830-8> (дата обращения: 22.09.2024).
5. Пантелеева, М. С. BIM-технология и особенности стратегического управления строительным предприятием / М. С. Пантелеева, А. В. Юношева. — Текст: непосредственный // *Труды ЭУИС МГСУ*. — Москва : Изд-во НИМГСУ, 2016. — С. 50-56.
6. Яськова, Н. Ю. Эволюция имманентных свойств инвестиционно-строительной деятельности на современном этапе развития России / Н. Ю. Яськова. — Текст: непосредственный // *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. — 2018. — Т. 8. — № 4(27). — С. 79-90.
7. Саенко, И. А. Исследование системы управления инвестиционно-строительными проектами с применением технологии информационного моделирования / И. А. Саенко, Т. А. Шпенькова, Я. Д. Саенко. — Текст: непосредственный // *Вестник ТГАСУ*. — 2024. — Т. 26. — № 1. — С. 152-162.
8. Давыдов, Н. С. Внедрение BIM-технологий в части ценообразования посредством использования систем автоматизации выпуска сметной документации / Н. С. Давыдов, С. В. Придвижкин, А. В. Белькевич. — Текст: непосредственный // *BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф.* — СПб., 2018. — С. 8-13.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Зерова Ольга Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление финансами в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, стоимостной инжиниринг.

Телегин Илья Владимирович – магистрант кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление стоимостью инвестиционно-строительных проектов.

Водолазский Владислав Игоревич – магистрант кафедры экономической теории и информационно-стоимостного инжиниринга Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, ДНР, Макеевка, Россия. Научные интересы: управление инвестиционно-строительными проектами на основе информационного моделирования.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Zerova Olga N. – Ph. D. (Econ.), Associate Professor, Department of Economic Theory and Information and Cost Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DNR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: financial management in the field of construction and housing and communal services, cost engineering.

Telegin Ilya V. – Master's Student, Department of Economic Theory and Information and Value Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: cost management of investment and construction projects.

Vodolazsky Vladislav I. – Master's Student, Department of Economic Theory and Information and Value Engineering, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, DPR, Makeyevka, Russia. Scientific interests: management of investment and construction projects based on information modeling.

Статья поступила в редакцию 05.11.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 05.11.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.