

## ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

### DIGITAL TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR INCREASING CONSTRUCTION EFFICIENCY

**E.Taskaev**

*Summary.* The article examines methods for assessing the effectiveness of investments in construction using modern digital technologies. The impact of BIM, IoT, and machine learning technologies on the accuracy and reliability of forecasts, as well as their role in risk management, is analyzed.

*Keywords:* investment projects, construction, digital technologies, BIM, IoT, machine learning, effectiveness assessment, risk management.

**Таскаев Евгений Викторович**

Аспирант, Тюменский индустриальный университет  
taskaev.evgeny@bk.ru

*Аннотация.* В статье рассматриваются методы оценки эффективности в строительстве с использованием современных цифровых технологий. Анализируется влияние технологий BIM, IoT и машинного обучения на точность и надежность прогнозов, а также их роль в управлении рисками.

*Ключевые слова:* инвестиционные проекты, строительство, цифровые технологии, BIM, IoT, машинное обучение, оценка эффективности, управление рисками.

В условиях стремительного развития цифровых технологий строительная отрасль сталкивается с необходимостью интеграции инновационных решений для повышения эффективности инвестиционных проектов и строительства в целом. Традиционные методы оценки эффективности часто не учитывают все аспекты современных проектов, что приводит к неточностям и повышенным рискам.

Цифровые технологии, такие как BIM (Building Information Modeling), IoT (Internet of Things) и машинное обучение, значительно изменили подход к оценке эффективности инвестиционных проектов в строительной отрасли. Эти технологии позволяют не только улучшить точность прогнозов, но и повысить надежность оценок, что особенно важно в условиях высокой неопределенности и рисков.

«Использование цифровых решений в строительстве сложных промышленных объектов позволяет сократить на 7–15 % сроки реализации проекта и на 20 % суммарную стоимость затрат на него. Наше платформенное решение ИИОТ.ИСТОК на стадии эксплуатации автоматизирует процесс работы с большими данными, собирая в реальном времени в единую информационную модель всю необходимую информацию для повышения надежности и безопасности при эксплуатации промышленных объектов», — отметил директор по цифровой трансформации НПП «Исток» им. Шокина Виталий Александров [1].

BIM (Building Information Modeling) постепенно становится стандартом при проектировании зданий и сооружений. Эта технология позволяет создавать дета-

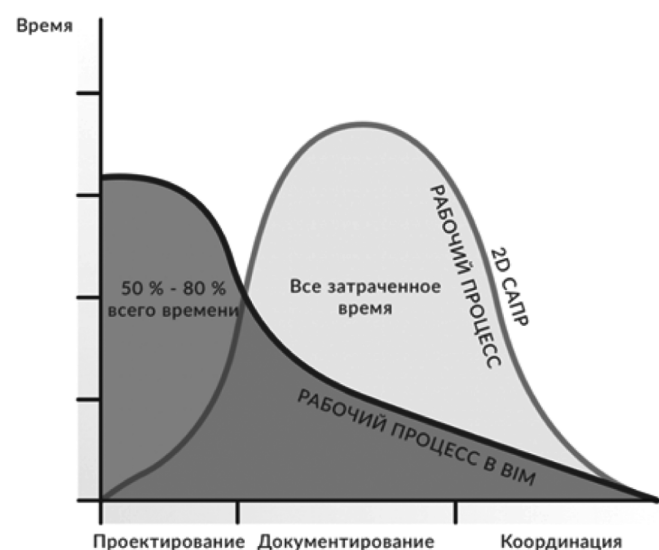


Рис. 1. Схема затрат времени

лизованные цифровые модели объектов, которые включают всю необходимую информацию о проекте — от архитектурных чертежей до инженерных систем. Интеграция BIM с финансовыми моделями позволяет более точно прогнозировать затраты и доходы, учитывая все аспекты проекта. Конкретный пример можно привести из опыта энергетического строительства — применение технологии информационного моделирования при проектировании и строительстве АЭС позволило снизить стоимость объекта на 1,687 миллиарда рублей: 1 миллиард рублей был сэкономлен за счет сокращения сроков строительства на 5 месяцев, а еще 687 миллионов рублей — за счет оптимизации организационно-технологических решений. При этом затраты организации

на разработку информационной модели объекта составили всего 18 миллионов [2].

С 1 июля 2024 года использование BIM в проектах с привлечением государственного бюджета является обязательным согласно постановлению Правительства РФ № 331 от 05.03.2021 [3][4].

Согласно отчету Dodge Data & Analytics (2023), компании, внедрившие BIM, отмечают снижение затрат на строительство в среднем на 15–20 %. Это достигается за счет сокращения переделок, оптимизации материалов и улучшения планирования. Например, в Европе и Северной Америке, где BIM используется наиболее активно, экономия на крупных проектах может достигать 25 %. В Азии и на Ближнем Востоке этот показатель несколько ниже — около 10–15 %, что связано с более поздним внедрением технологии.

Проект Crossrail в Лондоне, где BIM использовался для координации тысяч инженерных систем. Благодаря BIM удалось выявить и устранить более 10000 коллизий на этапе проектирования, что сэкономило 1,2 миллиарда фунтов стерлингов (12 % от общего бюджета). Это стало возможным за счет раннего обнаружения ошибок и оптимизации процессов строительства.

В Сан-Франциско при строительстве небоскреба Salesforce Tower BIM помог сократить количество ошибок на 55 %, что привело к экономии 20 миллионов долларов на переделках. Кроме того, использование цифровых моделей позволило ускорить процесс согласований и улучшить взаимодействие между подрядчиками.

В Азии BIM активно применяется в таких проектах, как Singapore National Stadium. Здесь технология помогла сократить сроки строительства на 18 % и сэкономить 7 % на материалах. Где стоимость ресурсов и рабочей силы постоянно растет, данные показатели являются особенно важными.

В процессе моделирования каждого раздела по отдельности происходит выявление до 90 % ошибок раздела: недостающие данные — привязки, наименования элементов, разночтения проектных решений на видах и листах. На этом этапе происходит важнейшая проверка объемов работ и материалов на основе спецификаций. В связи с этим выявленные недочеты устраняются еще на этапе проектирования и подобный аудит экономит средства инвестора.

IoT (Internet of Things) предоставляет возможность постоянного мониторинга состояния объектов и оборудования. Датчики и устройства IoT собирают данные в реальном времени, что позволяет оперативно реагировать на изменения и предотвращать аварийные ситу-

ации. Эти данные могут быть использованы для прогнозирования денежных потоков и управления рисками.

Одним из примеров эффективного использования IoT является мониторинг бетонирования в удаленном режиме. С помощью датчиков можно отслеживать процесс набора прочности бетона и корректировать работу в реальном времени. Это позволяет сократить сроки выполнения работ и экономить значительные суммы, так как оперативное внесение корректив позволяет избежать задержек.

В логистическом центре КамАЗ провели тестирование самоуправляемых тягачей, чтобы доставлять комплектующие со склада на производство. Тягачи можно отслеживать в реальном времени, чтобы узнать точное время прибытия на производство и подготовиться к приему комплектующих [5].

Согласно исследованию, проведенного Analysys Manson, в период с 2022 по 2027 год на услуги подключения IoT для предприятий в абсолютном выражении будет приходиться более 4 млрд долларов дохода операторов. Это больше половины от суммарного увеличения доходов от сотрудничества с бизнесом. Безусловно, речь идет обо всем рынке, однако отрасль строительства в него входит, и к ней это имеет самое прямое отношение. Цифровая трансформация российских предприятий с использованием интернета вещей в 2022 году обеспечила возможность 41 % компаний обеспечить сокращение расходов на 17 %, а 22 % компаний смогли увеличить доходы на 35 %. Это во многом будет определять рост интереса к IoT в среднесрочной и в долгосрочной перспективе.

Машинное обучение и искусственный интеллект хорошо себя показывает в анализе больших объемов данных для выявления закономерностей и прогнозирования будущих событий. Алгоритмы машинного обучения позволяют выявлять потенциальные риски на ранних стадиях проекта, что помогает разрабатывать стратегии их преодоления. Помимо управления рисками, данные технологии позволяют учитывать множество факторов строительства уже на этапе проектирования снижая необходимость участия человека в рутинных операциях и позволяет перенаправить ресурсы на решение более важных задач.

Программа Genpro — Best Structural Solution, предназначенная для экономической оптимизации конструктивных решений в жилых зданиях с использованием искусственного интеллекта, демонстрирует значительные результаты. В среднем перерасходы на строительство конструкций по всему миру составляют около 10 %, что эквивалентно 75–200 миллионам рублей на жилой комплекс площадью 50 000 кв. м. Программа BSS генерирует

множество вариантов и рассчитывает стоимость каждого из них, после чего выдает заказчику оптимальный вариант, демонстрируя экономический эффект в десятки и даже сотни миллионов рублей.

Для улучшения оценки эффективности инвестиционных проектов с использованием цифровых технологий, таких как BIM, IoT и машинное обучение, необходимо интегрировать данные, полученные с помощью этих технологий, в традиционные методы оценки эффективности. Это позволяет более точно измерять и анализировать влияние различных факторов на проект.

Чистая приведенная стоимость (NPV) может быть улучшена за счет использования BIM благодаря созданию детализированных цифровых моделей объектов. Это позволяет более точно прогнозировать затраты на материалы и строительство, что, в свою очередь, улучшает расчет NPV. Данные с датчиков IoT также могут корректировать прогнозы по затратам и доходам в реальном времени, повышая точность оценки.

Внутренняя норма доходности (IRR) может быть оценена более точно с использованием машинного обучения для анализа исторических данных и прогнозирования будущих денежных потоков. Это позволяет учитывать большее количество факторов, влияющих на рентабельность проекта. Интеграция данных из BIM и IoT в финансовые модели также способствует более точному расчету IRR.

Срок окупаемости (Payback Period) может быть сокращен благодаря использованию данных с датчиков IoT для мониторинга и оптимизации операционных процессов. Это позволяет уменьшить время выполнения проекта и, следовательно, срок возврата инвестиций. Анализ данных также помогает прогнозировать время, необходимое для возврата инвестиций, с учетом различных факторов.

Индекс рентабельности (Profitability Index, PI) может быть рассчитан с учетом данных из BIM и IoT для более точного прогнозирования доходов и затрат. Это позволяет оценить относительную эффективность проекта, выявляя ключевые факторы, влияющие на рентабельность. Машинное обучение также может помочь в этом процессе, анализируя различные сценарии и прогнозируя их влияние на PI.

Дисконтированный срок окупаемости (Discounted Payback Period, DPP) может быть оценен более точно с использованием данных IoT для динамического анализа денежных потоков. Машинное обучение может анализировать различные сценарии и прогнозировать влияние изменений на DPP, что позволяет более точно оценить риски и потенциальные выгоды.

Интеграция данных, полученных с помощью цифровых технологий, в традиционные методы оценки эффективности позволяет повысить точность и надежность прогнозов, что особенно важно в условиях высокой неопределенности и рисков. Это помогает инвесторам принимать более обоснованные решения и повышать устойчивость проектов.

Внедрение подобных технологий сталкивается с рядом вызовов, таких как высокая стоимость программного обеспечения, недостаток квалифицированных кадров и необходимость изменения подходов к управлению проектами. Успешное внедрение цифровых технологий в строительной отрасли требует не только технической подготовки, но и организационных изменений. Компании должны быть готовы к инвестициям в обучение персонала и адаптацию бизнес-процессов под новые условия. Это включает в себя создание условий для сбора и анализа больших объемов данных, а также интеграцию этих данных в существующие системы управления проектами.

В ближайшие годы ожидается дальнейший рост использования BIM, IoT и машинного обучения, особенно в регионах с развивающейся строительной отраслью. Технология становится неотъемлемой частью современного строительства, обеспечивая не только экономию, но и повышение качества и прозрачности проектов. Для успешного внедрения необходимо активное участие государства, бизнеса и образовательных учреждений, чтобы создать условия для массового применения подобных технологий.

Таким образом, цифровые технологии предоставляют новые инструменты для повышения эффективности строительных проектов. Их внедрение требует значительных усилий, но результаты могут быть весьма значительными, особенно в условиях высокой неопределенности и рисков. В будущем ожидается дальнейший рост использования этих технологий, что будет способствовать повышению качества и прозрачности проектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. IT-решение сокращает стоимость строительства // 1Build URL: <https://1build.ru/technologies/it-reshenie-sokrashhaet-stoimost-stroitelstva/> (дата обращения: 15.02.2025).
2. BIM-технологии существенно сократят стоимость строительства // Интернет-портал «Российской газеты» URL: <https://rg.ru/2016/04/20/bim-tehnologii-sushchestvenno-sokratyat-stoimost-stroitelstva.html> (дата обращения: 15.02.2025).
3. Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 г. N 331 «Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс] // Гарант. Информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/400424628/> (дата обращения: 15.02.2025).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 20.12.2022 №2357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 5 марта 2021 г. № 331» [Электронный ресурс] // Гарант. Информационно-правовой портал. URL: <https://base.garant.ru/405985239/> (дата обращения: 15.02.2025).
5. КамАЗ начал тестировать беспилотный грузовик // РИА Новости URL: [https://ria.ru/20191203/1561900168.html?rcmd\\_alg=&rcmd\\_id=1561900168](https://ria.ru/20191203/1561900168.html?rcmd_alg=&rcmd_id=1561900168) (дата обращения: 15.02.2025).

© Таскаев Евгений Викторович (taskaev.evgeny@bk.ru)  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»