

УДК 004.8:658.14

DOI 10.26118/2782-4586.2025.83.59.013

Быстров Андрей Андреевич

Кубанский государственный технологический университет

Бородавка Никита Александрович

Кубанский государственный технологический университет

Безбородова Елена Анатольевна

Кубанский государственный технологический университет

Применение цифровых двойников в процессе обоснования инвестиционных решений для инновационных проектов

Аннотация. В условиях ускоряющейся цифровой трансформации экономической среды повышение обоснованности инвестиционных решений становится ключевым фактором эффективности инновационной деятельности. Технология цифровых двойников открывает новые возможности для моделирования жизненного цикла проектов, анализа рисков и прогнозирования финансово-экономических показателей. В данной статье рассматриваются принципы применения цифровых двойников в процессе оценки и выбора инвестиционных проектов. Особое внимание уделено экономическим преимуществам внедрения цифровых двойников: сокращению издержек на этапах проектирования и планирования, оптимизации распределения ресурсов и снижению вероятности инвестиционных ошибок.

Результаты работы формируют методологические основы для разработки адаптивных инструментов поддержки инвестиционных решений в инновационной сфере, а также подчёркивают стратегическую значимость цифровых двойников для формирования устойчивых конкурентных преимуществ на уровне компаний и отраслей.

Ключевые слова: цифровой двойник, инвестиционные решения, инновационные проекты, моделирование, цифровая трансформация, управление рисками, эффективность инвестиций, сценарный анализ.

Bystrov Andrey Andreevich,

Kuban State Technological University

Borodavka Nikita Alexandrovich

Kuban State Technological University

Bezborodova Elena Anatolievna

Kuban State Technological University

The Use of Digital Twins in the Justification of Investment Decisions for Innovative Projects

Abstract. In the context of the accelerating digital transformation of the economic environment, enhancing the validity of investment decisions becomes a key factor in ensuring the efficiency of innovative activities. The digital twin technology opens up new opportunities for modeling project life cycles, risk analysis, and forecasting financial and economic indicators. This paper examines the principles of applying digital twins in the process of evaluating and selecting investment projects. Particular attention is given to the economic advantages of implementing digital twins, including cost reduction at the stages of design and planning, optimization of resource allocation, and decreasing the likelihood of investment errors.

The results of the study form a methodological foundation for developing adaptive tools to support investment decisions in the field of innovation and emphasize the strategic importance

of digital twins for building sustainable competitive advantages at both the company and industry levels.

Keywords: digital twin, investment decisions, innovative projects, modeling, digital transformation, risk management, investment efficiency, scenario analysis.

Введение. В современных условиях ускоряющейся цифровой трансформации особое значение приобретает поиск инструментов, способных повысить качество и обоснованность инвестиционных решений, особенно в сфере инновационных проектов, где уровень неопределенности традиционно высок. Одной из наиболее перспективных технологий в этом направлении выступает концепция цифрового двойника (далее DT, Digital Twin) – динамической цифровой модели, отражающей состояние, поведение и развитие реального объекта или системы в режиме реального времени. Применение цифровых двойников в инвестиционной деятельности позволяет компаниям проводить глубокое моделирование сценариев развития проекта, анализировать возможные риски и оценивать эффективность вложений до момента фактического начала реализации. Благодаря этому технология становится не просто инструментом цифровизации, а элементом стратегического управления, обеспечивающим баланс между инновационностью и устойчивостью инвестиционной политики.

С экономической точки зрения, по оценке «Hexagon Research», средний уровень экономии затрат при внедрении цифровых двойников достигает 19 %, а ожидаемая отдача на инвестиции (ROI) проявляется уже в течение первых трёх лет эксплуатации системы. Подобные тенденции отражены и в отчёте.

Методологическая основа работы сформирована с учётом междисциплинарного характера темы, находящейся на пересечении инвестиционного анализа, инновационного менеджмента и цифровых технологий. Исследование носит аналитико-обзорный характер и направлено на выявление подходов к применению цифровых двойников при обосновании инвестиционных решений [1].

Работа выполнялась поэтапно. На первом этапе был проведён систематический обзор научных публикаций за период 2020–2025 гг. Целью обзора стало определение степени разработанности темы, основных направлений исследований и существующих пробелов в теории и практике применения цифровых двойников в инвестиционной сфере. Для поиска использовались международные базы данных Scopus, Web of Science, SpringerLink и отечественные источники, включая РИНЦ и базу ВАК РФ. Отбор публикаций осуществлялся по критериям новизны, релевантности тематике и наличия аналитического или эмпирического материала.

На втором этапе проведён качественный анализ практических кейсов, описывающих внедрение цифровых двойников в промышленные, энергетические, строительные и инновационные компании. При этом рассматривались источники, содержащие данные о влиянии технологий на процессы оценки эффективности инвестиций, управления рисками и стратегического планирования. Использовались открытые корпоративные отчёты, аналитические обзоры (McKinsey Digital, PwC Insights, Deloitte Tech Trends 2024), а также публикации в профильных научных журналах.

Для систематизации собранного материала применялись методы контент-анализа и сравнительного анализа, что позволило выявить повторяющиеся закономерности и тенденции в практическом применении цифровых двойников [1].

Далее рассмотрим роль цифровых двойников в процессе обоснования инвестиционных решений, современные подходы к управлению инвестиционными проектами всё чаще опираются на использование технологий цифрового моделирования, среди которых цифровые двойники занимают ключевое место. Под цифровым двойником понимается виртуальная динамическая модель объекта или процесса, отражающая его состояние в реальном времени на основе данных, поступающих из различных источников. Такая технология позволяет не только наблюдать за текущим функционированием

системы, но и прогнозировать результаты будущих решений, что делает её особенно ценной в сфере инвестиционного анализа [2].

Традиционные методы обоснования инвестиций – основанные на статических моделях и ретроспективных данных – зачастую не обеспечивают необходимой точности при оценке инновационных проектов, характеризующихся высокой степенью неопределенности.

Одним из ключевых преимуществ цифровых двойников является возможность сценарного моделирования инвестиционных решений. Используя виртуальные модели активов и процессов, инвестор может верифицировать альтернативные сценарии развития проекта. По данным Zhou et al. за 2024 год, применение DT в инфраструктурных и промышленных инвестициях позволяет выявлять оптимальные точки капитальных вложений и снижать риск на 15-25 %.

Кроме того, цифровые двойники способствуют повышению прозрачности и качества управленческих решений. Благодаря возможности постоянного обновления модели в соответствии с фактическими данными, участники проекта получают достоверную картину текущего состояния активов. Это особенно важно для инновационных проектов, где неопределенность параметров на ранних стадиях велика, а корректировка решений в режиме реального времени позволяет минимизировать потери [3].

Однако широкое внедрение цифровых двойников в инвестиционную практику сопряжено с рядом вызовов. Прежде всего – это высокая стоимость разработки и интеграции цифровых платформ, а также потребность в стандартизации данных [4].

Таким образом цифровые двойники формируют новую парадигму в обосновании инвестиционных решений, обеспечивая переход от статического анализа к динамическому прогнозированию. Их применение позволяет объединить технические, экономические и организационные аспекты проектного управления, повысив точность расчётов и устойчивость инвестиционных стратегий. В долгосрочной перспективе DT способны стать неотъемлемым элементом цифровой инфраструктуры инновационного развития, создавая основу для формирования более адаптивных и устойчивых моделей инвестирования.

С точки зрения операционной эффективности, цифровые двойники способны автоматически интегрировать данные из разнородных источников, проводить анализ состояния активов и генерировать рекомендации по распределению ресурсов. Например, подобная технология наблюдается в строительной отрасли, где цифровые двойники позволяют прогнозировать риски изменения графика работ и оптимизировать использование материалов и техники [5].

С экономической точки зрения, внедрение цифровых двойников повышает эффективность инвестиций за счёт:

- сокращения непроизводительных затрат и потерь;
- увеличения точности прогнозов доходности и риска;
- ускорения вывода инновационных продуктов на рынок и повышения качества управленческих решений.

Для успешного внедрения DT требуется комплексный подход, включающий технические, организационные и методологические меры. На рисунке ниже представлены основные аспекты внедрения цифровых двойников в инвестиционные процессы [2].

Таблица 1

Аспекты внедрения цифровых двойников в инвестиционные процессы

Аспект внедрения	Вызовы	Перспективы
1	2	3
Техническая интеграция	Сложности согласования данных из разнородных	Объединение проекта в единую платформу, автоматическое

	источников, необходимость стандартизации форматов.	обновление состояния активов, интеграция с аналитикой и системами прогнозирования.
Этапность внедрения	Высокая стоимость начальной разработки, необходимость pilotирования.	Пилотные сценарии с ограниченным набором проектов, последующая поэтапная масштабируемая интеграция.
Контроль качества и безопасность	Риск некорректных прогнозов при неполных данных, конфиденциальность корпоративной информации.	Валидация моделей на исторических данных, контроль доступа, шифрование, аудит процессов.
Метрики и оценка эффективности	Отсутствие единой системы KPI для оценки экономического эффекта.	Набор показателей: точность прогнозов, сокращение времени принятия решений, соблюдение бюджета и сроков, ROI инвестиций.

Анализ современных кейсов подтверждает, что при соблюдении этих практик цифровые двойники становятся мощным инструментом повышения операционной и экономической эффективности инвестиционных процессов. Однако ключевым остаётся баланс: технологии должны дополнять экспертное принятие решений, а не полностью его заменять, что позволяет минимизировать риски и увеличить устойчивость проектов [5].

Несмотря на очевидные преимущества цифровых двойников в управлении инвестиционными проектами, их внедрение сопряжено с рядом существенных рисков и ограничений, которые необходимо учитывать при планировании и реализации проектов [4].

Одной из ключевых проблем является достоверность и полнота данных, используемых для построения цифрового двойника. Точность прогнозов напрямую зависит от качества исходных данных: неполные, устаревшие или некорректные сведения могут привести к ошибочным сценариям и неправильным инвестиционным решениям [3].

Технические и вычислительные ограничения также являются значимым фактором. Развёртывание и поддержка цифровых двойников требуют мощной инфраструктуры для обработки больших потоков данных, синхронизации с реальными процессами и выполнения аналитических расчётов в режиме реального времени. Особенно, учитывая то, что затраты на серверное оборудование, энергопотребление и обслуживание систем могут составлять значительную долю бюджета проекта, особенно в средних и малых компаниях. При высокой нагрузке возможны задержки в обновлении модели, что снижает оперативность управленческих решений [3].

Наконец, существует риск чрезмерной зависимости от цифровых моделей, что может привести к снижению роли человеческой экспертизы и способности команды принимать решения в условиях непредвиденных обстоятельств. Поэтому внедрение цифровых двойников должно сопровождаться формированием стратегий резервного управления, обучением сотрудников и сохранением ключевых компетенций внутри организаций.

В совокупности перечисленные ограничения требуют комплексного подхода:

- технические меры – контроль качества данных, обеспечение надёжности инфраструктуры, защиту информации;

- организационные меры – обучение персонала, создание процедур мониторинга и аудита, управление изменениями;
- методологические меры – регулярная проверка моделей, тестирование сценариев, внедрение гибких процессов обновления данных.

Игнорирование этих аспектов может нивелировать потенциальные выгоды от цифровых двойников: привести к ошибочным инвестиционным решениям, перерасходу бюджета и потере доверия со стороны инвесторов и сотрудников. Сбалансированное сочетание технологий и человеческого контроля позволяет максимально использовать возможности DT при минимизации связанных с ними рисков [3].

В России несколько нефтегазовых компаний активно внедряют технологии цифровых двойников для оптимизации процессов.

Компания «Газпром нефть» разработала цифровую модель своего производства в Салавате, охватывающую территорию площадью 1381 гектар. Эта модель позволяет проводить анализ и оптимизацию производственных процессов в реальном времени.

«Волгограднефтепроект» создал цифровой двойник газоперерабатывающего комплекса, что позволяет эффективно управлять проектированием и эксплуатацией объектов. Моделирование помогает повысить точность планирования и снизить риски в процессе строительства и эксплуатации.

Компания «Мессояханефтегаз» внедрила цифровые двойники для управления сложными производственными процессами на Восточно-Мессояхском месторождении. С помощью цифровых инструментов смоделированы все скважины, трубопроводные системы и углеводородный поток, что способствует повышению эффективности добычи и транспортировки нефти и газа.

Заключение. Анализ роли цифровых двойников в обосновании инвестиционных решений для инновационных проектов показывает, что их влияние имеет двойственный характер. С одной стороны, внедрение цифровых двойников открывает новые возможности для повышения точности, скорости и надёжности принятия решений. Виртуальные модели позволяют прогнозировать результаты различных сценариев, выявлять потенциальные риски и оптимизировать распределение ресурсов ещё на этапе планирования. Практические кейсы демонстрируют сокращение времени принятия решений, уменьшение отклонений от бюджета и сроков реализации проектов, а также повышение устойчивости инновационных инвестиций. Это позволяет компаниям более эффективно использовать экспертные ресурсы и концентрировать усилия на стратегических и креативных задачах.

В связи с этим ключевой практической рекомендацией является формирование сбалансированной среды внедрения цифровых двойников, где технологии дополняют, но не заменяют экспертный анализ. Необходим контроль качества данных, регулярная верификация моделей, а также участие специалистов на всех стадиях оценки результатов. Такой подход обеспечивает сохранение критического мышления, экспертного опыта и способности организации адаптироваться к неожиданным изменениям внешней среды.

Перспективы дальнейших исследований включают разработку методов интеграции цифровых двойников с инструментами прогнозной аналитики и искусственного интеллекта, создание гибридных моделей, где симуляции дополняются экспертными оценками, а также выработку стандартов верификации и измерения экономической эффективности внедрения DT. При осознанном и системном подходе цифровые двойники способны стать основой для формирования устойчивых конкурентных преимуществ и повышения эффективности инвестиционных процессов в инновационной экономике.

Список источников

1. Фарамазян, Л. Г. Влияние цифровизации на трансформацию институтов в рамках институциональной экономики / Л. Г. Фарамазян, Е. О. Белова // Актуальные аспекты институциональной экономики: эволюция взглядов и geopolитические вызовы : Материалы III международной научно-практической конференции, Краснодар, 05 декабря

2019 года. – Краснодар: ФГБУ "Российское энергетическое агентство" Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2019. – С. 409-413. – EDN OYZACA.

2. Быстров А. А., Бородавка Н. А., Мирошниченко М. Б. Планирование и прогнозирование в условиях кадрового голода / А. А. Быстров, Н. А. Бородавка, М. Б. Мирошниченко // Интеграция науки – 2024: материалы V Международной научно-практической конференции, Краснодар, 10 декабря 2024 г. – Краснодар: Российское энергетическое агентство, 2024. – С. 171-176. – EDN KHLOY.

3. Использование нейросетей для оптимизации стратегического управления / А. А. Быстров, М. Б. Мирошниченко // Молодёжная наука. Сборник лучших научных работ молодых учёных. – 2025. – С. 130-138. – EDN YCRTJQ.

4. Влияние факторов риска на эффективность деятельности нефтедобывающих предприятий / Е. О. Белова, П. В. Влиско, Е. В. Чекменева, В. О. Копьев // Экономика и предпринимательство. – 2021. – № 11(136). – С. 922-928. – DOI 10.34925/EIP.2021.11.136.186. – EDN MURECA.

5. Повышение эффективности деятельности нефтесервисной компании на основе внедрения инновационных технологий / Е. О. Белова, Р. В. Сидоров, А. Е. Колесник, Ю. Д. Даниелян // Вестник Академии знаний. – 2022. – № 50(3). – С. 67-77. – EDN USCYUV.

Сведения об авторах

Быстров Андрей Андреевич, студент, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

Бородавка Никита Александрович, студент, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

Безбородова Елена Анатольевна, канд. экон. наук, доцент кафедры государственного и корпоративного и корпоративного управления, Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар, Россия

Information about the authors

Bystrov Andrey Andreevich, Student, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Borodavka Nikita Alexandrovich, Student, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Bezborodova Elena Anatolyevna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Public and Corporate Governance, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia