

Оригинальная статья / Original article

УДК 338

<https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-5-54-64>**Оптимизация управленческой аналитики предприятий путем интеграции современных цифровых технологий****И. А. Томакова¹✉, Ж. Ю. Коптева¹, Н. С. Брусенцев¹, П. М. Кушнир¹**

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: tomakova@mail.ru

Резюме

Актуальность. Усиление конкуренции в условиях функционирования цифровой экономики побуждает предприятия активно внедрять в практику управления возможности современных информационных систем и технологий. Для оптимизации принятия управленческих решений все чаще обращаются к инструментам цифровых двойников, что позволяет руководителям получать более точные инсайты о бизнес-процессах, снижая риски. Актуальность внедрения цифровых двойников в практику хозяйственной деятельности предприятий с поддержкой искусственного интеллекта обусловлена высокой степенью результативности и экономической целесообразности. Такие современные диджитал-технологии считаются одним из ключевых инструментов Цифровой трансформации 4.0 в промышленности страны.

Цель – исследовать возможность трансформации систем поддержки принятия решений нового поколения путем анализа практики внедрения цифровых двойников с интеграцией инструментов искусственного интеллекта для усиления возможностей цифровых моделей.

Задачи. Основной задачей исследования является анализ практик успешного применения современных диджитал-технологий и интеграции стратегических инициатив цифровизации с улучшением экономических результатов, выраженным в повышении эффективности операционных процессов и улучшении финансовых показателей организации.

Методология. В качестве методов достижения цели исследовательской деятельности использовался общенаучный подход, обобщение, анализ и синтез для углубленного изучения объекта исследования.

Результаты. Для российских компаний цифровые двойники с интеграцией искусственного интеллекта открывают возможность снижения влияния негативных факторов, восполнения технологического отставания, повышения конкурентоспособности на рынке.

Выводы. Внедрение современных диджитал-технологий предприятиями с поддержкой искусственного интеллекта доказали свою результативность и экономическую целесообразность. Организации, встроившие цифровых двойников в свою структуру, будут обладать конкурентным преимуществом в точности аналитики и скорости реакции на изменения, что особенно важно в условиях современной динамичной экономики.

Ключевые слова: диджитал-технологии; цифровой двойник; эффективность; Индустрия 4.0; искусственный интеллект; цифровая трансформация.

Конфликт интересов: В представленной публикации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования, нет результатов научных работ, выполненных авторами публикации лично и (или) в соавторстве, без соответствующих ссылок. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанного с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Оптимизация управленческой аналитики предприятий путем интеграции современных цифровых технологий / И. А. Томакова, Ж. Ю. Коптева, Н. С. Брусенцев, П. М. Кушнир // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. 2025. Т. 15, № 5. С. 54–64. <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-5-54-64>

Поступила в редакцию 20.08.2025

Принята к публикации 17.09.2025

Опубликована 31.10.2025

© Томакова И. А., Коптева Ж. Ю., Брусенцев Н. С., Кушнир П. М., 2025

Optimization of management analytics of enterprises by integrating modern digital technologies

Irina A. Tomakova¹✉, Zhanna Yu. Kopteva¹, Nikita S. Brusentsev¹,
Petr M. Kushnir¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: tomakova@mail.ru

Abstract

Relevance. Increased competition in the conditions of the digital economy encourages enterprises to actively introduce the capabilities of modern information systems and technologies into management practice. To optimize management decision-making, they increasingly turn to digital twin tools, which allows managers to obtain more accurate insights into business processes, reducing risks. The relevance of introducing digital twins into the practice of economic activity of enterprises with the support of artificial intelligence is due to the high degree of efficiency and economic feasibility. Such modern digital technologies are considered one of the key tools of Digital Transformation 4.0 in the country's industry.

The purpose is to study the possibility of transforming new-generation decision support systems by analyzing the practice of implementing digital twins with the integration of artificial intelligence tools to enhance the capabilities of digital models.

Objectives. The main objective of the study is to analyze the practices of successful application of modern digital technologies and the integration of strategic digitalization initiatives with improved economic results, expressed in increased efficiency of operational processes and improved financial performance of the organization.

Methodology. The general scientific approach, generalization, analysis and synthesis for an in-depth study of the research object were used as methods for achieving the goal of research activity.

Results. For Russian companies, digital twins with the integration of artificial intelligence open up the possibility of reducing the impact of negative factors, filling the technological gap, and increasing competitiveness in the market.

Conclusions. The implementation of modern digital technologies by enterprises with the support of artificial intelligence has proven its effectiveness and economic feasibility. Organizations that have integrated digital twins into their structure will have a competitive advantage in the accuracy of analytics and the speed of response to changes, which is especially important in the conditions of today's dynamic economy.

Keywords: digital technologies; digital twin; efficiency; Industry 4.0; artificial intelligence; digital transformation.

Conflict of interest: In the presented publication there is no borrowed material without references to the author and (or) source of borrowing, there are no results of scientific works performed by the authors of the publication, personally and (or) in co-authorship, without relevant links. The authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Tomakova I.A., Kopteva Zh.Yu., Brusentsev N.S., Kushnir P.M. Optimization of management analytics of enterprises by integrating modern digital technologies. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Sotsiologiya. Menedzhment = Proceedings of the Southwest State University. Series: Economics, Sociology and Management.* 2025;15(5):54–64. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1552-2025-15-5-54-64>

Received 20.08.2025

Accepted 17.09.2025

Published 31.10.2025

Введение

Рост конкурентной борьбы организаций в среде функционирования цифровой экономики побуждают предприятия активно внедрять в практику управления возможности современных информационных систем и технологий [1]. Современные условия продвижения диджитал-технологий дают уникальные возможности для развития организаций [2], ее

управленческих и функциональных структур [3]. Одним из таких современных инструментов выступают технологии создания цифровых двойников с поддержкой искусственного интеллекта [4].

Цифровой двойник представляет собой виртуальную модель реального объекта или процесса, обновляемую данными в режиме реального времени, что позволяет проводить анализ «что если» и

прогнозировать поведение системы без риска для реального производства [5]. Актуальность внедрения цифровых двойников в практику хозяйственной деятельности предприятий с поддержкой искусственного интеллекта обусловлена высокой степенью результативности и экономической целесообразности [6]. Такие современные диджитал-технологии считаются одним из ключевых инструментов Цифровой трансформации 4.0 в промышленности страны [7].

Материалы и методы

Функциональность и комплексность многослойной структуры компонентов виртуальной копии физического объекта составляют архитектуру цифрового двойника. Цифровой двойник состоит из нескольких компонентов: физический объект, оснащенный датчиками; поток данных от этого объекта; виртуальная модель, которая эти данные принимает и обновляется; блок аналитики / ИИ, обрабатывающий данные модели и сравнивающий сценарии; и наконец, система управления, возвращающая воздействия

на реальный объект [8]. На рисунке 1 показано взаимодействие этих элементов – принцип функционирования цифрового двойника.

Физический объект или процесс генерирует данные через датчики и системы мониторинга. Эти данные в реальном времени поступают в цифровую модель – виртуальную копию объекта. Модель с помощью заложенных алгоритмов и ИИ анализирует состояние системы, проводит прогнозы «что если» и выявляет отклонения. На основе этого формируются рекомендации или управляющие воздействия, которые передаются обратно на физический объект. Таким образом, реализуется замкнутый контур: реальный объект и его цифровой двойник постоянно обмениваются данными. AI выступает мозгом системы, способным из больших потоков данных извлекать закономерности и оптимальные решения. В итоге руководство предприятия получает инструмент для испытания различных стратегий в виртуальной среде и затем внедрения оптимальных настроек в реальность без риска для производства [9].

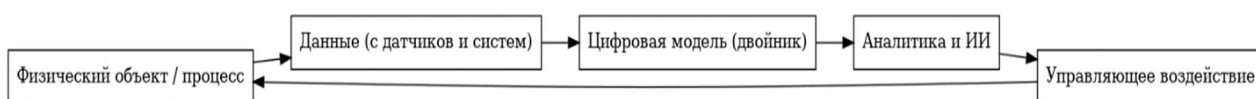


Рис. 1. Принцип функционирования цифрового двойника

В этой интегрированной схеме заложены преимущества цифрового двойника: прозрачность, прогнозирование будущего поведения на основе данных и моделей и оптимизация через AI. Если традиционная управленческая аналитика опирается на данные постфактум, то цифровой двойник предоставляет оперативные инсайты и возможность проиграть сценарии развития событий наперед. Именно поэтому цифровые двойники в сочетании с технологиями искусственного интеллекта считаются одним из ключевых инструментов Цифровой трансформации 4.0 в промышленности. Их растущее распространение – признак то-

го, что предприятия все больше доверяют «виртуальным советникам» в принятии решений и управлении сложными системами [10].

Мировой рынок технологий цифровых двойников демонстрирует взрывной рост в последние годы. По данным Verified Market Research, глобальный объем рынка digital twin в 2023 г. оценивался примерно в 12,81 млрд долл. США, а к 2030 г. прогнозируется увеличение до 274,2 млрд долл. США. Это соответствует крайне высоким темпам роста. Другие оценки также подтверждают двузначный CAGR: например, аналитическое агентство Precedence Research оценило

мировой рынок цифровых двойников в 14,25 млрд долл. США в 2023 г. с прогнозом около 19,8 млрд долл. США в 2024 г. Согласно отчету Mordor Intelligence, текущая емкость рынка составляет порядка 19,1 млрд долл. США, а через 5 лет он

может достигнуть 91,9 млрд долл. США при среднем CAGR ~37% (рис. 2). Несмотря на разницу в цифрах, все источники сходятся во мнении, что рынок цифровых двойников находится на стадии стремительного расширения.

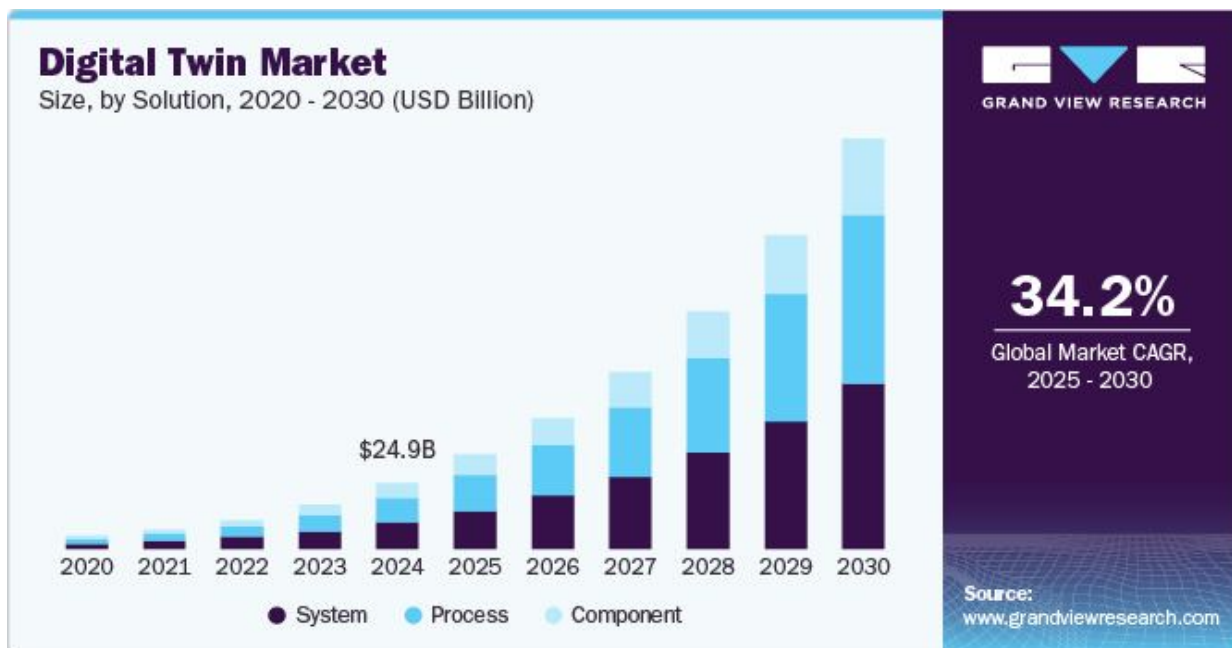


Рис. 2. Прогноз глобального роста рынка цифровых двойников 2020-2030 гг. по данным Grand View Research

Рост обусловлен несколькими факторами. Во-первых, повышается заинтересованность промышленности в решениях, объединяющих IoT-датчики, большие данные и искусственный интеллект, для оптимизации операций. По оценкам, около 40% компаний, внедряющих промышленный IoT, планируют интегрировать платформы моделирования и разработки цифровых двойников. Во-вторых, технология перешла из разряда хайп-трендов в фазу практической отдачи: по шкале зрелости Gartner к 2020 г. цифровые двойники вышли на «плато продуктивности». Это означает, что бизнес готов инвестировать в эти решения для реального улучшения процессов.

Одним из индикаторов интереса рынка являются инвестиции. За последнее десятилетие в сектор digital twin было вложено свыше 4 млрд долл. США вен-

чурного финансирования, при этом пик инвестиций пришелся на 2021 г. Крупнейшие мировые компании ИТ и промышленной автоматизации активно развивают данное направление. Ключевыми игроками рынка цифровых двойников считаются, в частности: General Electric, Siemens, IBM, Microsoft, Amazon, ABB, Bosch, SAP, PTC, Dassault Systemes, Autodesk, ANSYS, AVEVA, Bentley Systems и др. Эти корпорации инвестируют в собственные платформы цифровых моделей, что способствует стандартизации технологий и росту экосистемы решений.

В России технология цифровых двойников также набирает обороты, хотя объем отечественного рынка значительно скромнее глобального. Тем не менее государственные инициативы придают импульс развитию. С 1 января 2022 г. вве-

ден первый национальный стандарт ГОСТ Р 57700.37-2021, регламентирующий понятия и общие положения создания цифровых двойников в промышленности¹. Кроме того, цифровые двойники включены в перечень сквозных цифровых технологий, поддерживаемых госпрограммой «Цифровая экономика». В дорожной карте Национальной технологической инициативы обозначена цель: к концу 2024 г. не менее 250 российских предприятий должны внедрить технологии цифрового моделирования, суммарно инвестируя в них около 145 млрд руб. Таким образом, государство создает условия для масштабирования подхода цифровых двойников в ключевых отраслях экономики Российской Федерации.

Внедрение цифровых двойников в России идет параллельно в нескольких отраслях, демонстрируя первые успешные кейсы и измеримые результаты.

Промышленные предприятия, в частности металлургические и машиностроительные, одними из первых начали эксперименты с цифровыми двойниками. Это связано с высокой сложностью технологических процессов и потенциалом большой экономии. К примеру, трубная металлургическая компания ТМК сообщила о получении дополнительной прибыли ~0,5 млрд руб. благодаря внедрению цифровых двойников прокатных станов. Фактически моделирование производственного процесса в виртуальном двойнике позволило оптимизировать режимы прокатки и повысить выход годной продукции, что дало ощутимый экономический эффект [11]. Другой пример – Таганрогский металлургический завод, где еще в 2021 г. началась разработка цифрового двойника электросталеплавильного производства. Цифровая модель предприятия помогает планировать загрузку оборудования, прогнозировать качество и

выявлять узкие места. Также крупные металлургические компании, такие как «Северсталь», внедряют цифровые двойники не только для оборудования, но и для бизнес-процессов – с целью оптимизации цепочек поставок и закупок сырья. Таким образом, в металлургии цифровые двойники используются как для технологических процессов, так и для управленческой аналитики, позволяя снизить издержки производства и улучшить операционную эффективность [12].

Горнодобывающий сектор активно осваивает концепцию «цифровой шахты», или «цифрового месторождения». Цель – повысить безопасность и эффективность добычи за счет моделирования сложных геологических и технологических систем. Например, исследование инженеров НИТУ «МИСиС» показало, что цифровой двойник карьера в реальном времени, интегрированный с телеметрией техники, способен снизить себестоимость добычи полезных ископаемых на 10-15%. Экономия достигается за счет оптимизации маршрутов перевозки руды, сокращения простоев техники и предотвращения излишних перемещений грунта. В нефтегазовой отрасли цифровые двойники применяются для моделирования месторождений и оборудования. Так, ПАО «ЛУКОЙЛ» в 2021 г. запустил самую масштабную цифровую модель нефтяного месторождения в России – виртуальную копию, охватывающую более 3000 скважин и 12 объектов инфраструктуры месторождения. Данная модель позволяет компании точно прогнозировать добычу, вычислять оптимальные режимы работы скважин и оценивать различные сценарии разработки. В результате компании удастся лучше раскрывать потенциал запасов и избегать неэффективных операций. В горно-металлургической отрасли цифровые двойники помогают прогнозировать износ техники. Отмечен кейс, когда цифровая модель самосвала позволила изучить влияние состава перевозимой руды на

¹ ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. М., 2021.

износ кузова, что дало возможность увеличить ресурс техники и оптимизировать расходы на ремонт. В целом добывающие компании видят в цифровых двойниках инструмент для снижения операционных затрат и рисков при одновременном повышении производительности добычи.

Сфера транспорта и логистики также активно внедряет технологии цифрового моделирования для оптимизации сложных операций. Железнодорожный транспорт: ОАО «РЖД» разрабатывает цифровые двойники инфраструктуры и подвижного состава, чтобы прогнозировать износ, планировать ремонты и управлять движением поездов в режиме реального времени. Цифровая платформа «РЖД Цифровые технологии» включает модуль цифрового двойника, позволяющий диспетчерам видеть виртуальную копию участка железной дороги и прорабатывать различные сценарии без риска для реального движения [13]. Авиационный транспорт: крупный хаб – аэропорт Шереметьево – в 2022 г. представил отраслевому сообществу уникальную цифровую экосистему управления аэропортом. По сути, это цифровой двойник аэропорта, объединяющий данные о самолётах, обслуживании, пассажиропотоках и наземных службах. Он позволяет руководству аэропорта в режиме онлайн отслеживать все процессы, прогнозировать задержки и оптимизировать расписание. Ожидается, что такая система повысит пропускную способность аэропорта и качество сервиса за счёт своевременного выявления узких мест [14]. Складская логистика: показателен пример компании VIA Technologies, которая создала цифровой двойник склада. По данным пресск-релиза, это решение позволило ускорить складские операции до 35% за счёт оптимизации размещения товаров, маршрутов погрузочной техники и управления запасами [15]. В результате время обработки заказов на складе существенно сократилось. Ещё один аспект логистики – управление цепочками поставок. Цифро-

вые двойники применяются для моделирования цепей поставок «от фабрики до полки». Согласно данным McKinsey, компании, внедряющие цифровой двойник своей цепочки снабжения, добиваются улучшения соблюдения сроков поставок до 20% и ускорения принятия решений менеджерами цепи до 90%. Таким образом, в транспорте и логистике цифровые двойники стали ключевым инструментом для повышения эффективности и надежности операционных процессов, будь то перевозка или хранение грузов.

Энергетический сектор – один из пионеров использования цифровых двойников, поскольку здесь любая оптимизация напрямую влияет на большие объемы выработки и потребления ресурсов. В электроэнергетике цифровые двойники электростанций и сетей помогают балансировать нагрузки и повышать КПД. Так, в 2022 г. АО «НБИ» реализовало проект цифровых двойников для трех теплоэлектроцентралей ПАО «ЛУКОЙЛ» (Волгодонская ТЭЦ-2, Волжская ТЭЦ и др.). Цель – поддержка принятия решений по управлению генерацией. Ожидаемый эффект – сокращение потребления топлива и увеличение выработки электроэнергии, что прямо повышает прибыль компании, а также снижает выбросы парниковых газов. Достигается это за счёт более точного прогнозирования спроса и оптимального распределения нагрузки между котлами и турбинами. В нефтепереработке цифровые двойники установок позволяют в режиме реального времени следить за состоянием оборудования и предупреждать аварии. Например, на крупных НПЗ используются виртуальные модели колонн и печей, куда стекаются показания тысяч датчиков AI-модуль, анализирует их и предсказывает, если какая-то деталь выходит из строя, тем самым предотвращая незапланированный простой. В атомной отрасли цифровые двойники находят применение в научно-исследовательских работах. Научный институт ВНИИНМ им. Бочвара (ГК «Роса-

том») создал цифровой двойник технологического процесса изготовления новых топливных оболочек. По сообщению отраслевого издания, этот цифровой двойник позволяет экономить время и средства на экспериментах при разработке ядерного топлива – многие параметры отрабатываются виртуально, сокращая число реальных испытаний [16].

Результаты и их обсуждение

Таким образом, энергетические компании используют цифровые двойники для повышения эффективности производства энергии (топливная экономичность, оптимизация режимов), а также для ускорения инноваций (разработка новых продуктов, как топливо, с меньшими затратами).

Главный вопрос для бизнеса: какую отдачу на инвестиции (ROI) и улучшение KPI дают проекты цифровых двойников? Исследования и практический опыт показывают весьма существенные результаты. Ниже суммированы ключевые количественные эффекты внедрения цифровых двойников по отраслям и задачам:

1. Снижение издержек и затрат. Согласно анализу Deloitte, даже точечное применение цифрового двойника в рамках отдельного процесса способно уменьшить операционные затраты на 20-30%. Например, на производстве это может выражаться в экономии сырья и энергии за счет оптимизации режимов, а в логистике – в сокращении расходов на транспортировку и запасы. В энергетике кейс ЛУКОЙЛа приводит к уменьшению топливных затрат на единицу выработки. В горнодобывающем секторе проект МИСиС продемонстрировал снижение себестоимости добычи на 15% за счет оптимизации работы техники. Эти цифры свидетельствуют, что цифровые двойники позволяют компаниям существенно сократить издержки, напрямую влияющие на маржинальность.

2. Рост производительности и выручки. Цифровой двойник часто приводит к

ускорению процессов, повышению выхода продукции и, как следствие, росту выручки. McKinsey отмечает, что внедрение digital twin-технологий может увеличить доходы компании до 10% за счет открытия новых резервов эффективности и повышения качества продуктов. Пример из практики – ускорение складских операций на 35% (BIA Tech), что позволяет обрабатывать больше заказов в единицу времени и улучшает сервис. В производстве сокращение времени простоев оборудования увеличивает выпуск продукции: например, ТМК благодаря оптимизации станов получила +0,5 млрд руб. к прибыли всего за первый год проекта. Также цифровые двойники могут уменьшать потери (дефекты, брак), тем самым повышая долю товарного выхода. В сумме эти факторы дают значимый прирост производительности труда и основных фондов.

3. Ускорение инноваций и вывода продуктов на рынок. В исследовании McKinsey подчеркнуто, что цифровые двойники способны сократить время разработки новых продуктов до 50%. За счет виртуальных испытаний и отработки конструкций в цифровой модели компании быстрее доводят продукты до стадии готовности. Например, в автомобилестроении использование цифрового прототипа вместо множества физических позволило некоторым производителям ускорить цикл R&D на месяцы. Быстрый time-to-market дает конкурентное преимущество и экономит ресурсы, которые иначе тратились бы на длительные испытания. Кроме того, улучшается качество: по данным McKinsey, применение digital twin повышает качество продуктов на ~25%. Таким образом, эффект цифрового двойника выходит за рамки операционной эффективности и влияет на стратегические показатели – инновационность и конкурентоспособность.

4. Предотвращение простоев и аварий. Еще один измеримый эффект – сокращение незапланированных простоев оборудования благодаря предиктивной аналитике

двойника. По оценкам, внедрение цифрового двойника для мониторинга и обслуживания оборудования может снизить время вынужденных простоев на 50-60% за счет своевременного выявления проблем. Это особенно важно для отраслей с непрерывным производством (нефте- и газопереработка, химия, энергетика): предотвращение аварий экономит миллионы долла-

ров потенциально упущенной выгоды и ремонтных затрат. ROI подобных проектов проявляется очень быстро – иногда в течение нескольких месяцев, так как стоимость простаивающего конвейера или реактора чрезвычайно высока.

Рассмотрим некоторые примеры эффективности внедрения цифровых двойников (табл. 1).

Таблица 1. Примеры эффективности внедрения цифровых двойников

Отрасль	Пример внедрения	Измеримый эффект
Металлургия	ТМК	+0,5 млрд руб. дополнительной прибыли
Логистика	VIA Tech	Ускорение операций на 35%
Горнодобыча	НИТУ МИСиС	Снижение себестоимости добычи на 10–15%
Энергетика	ЛУКОЙЛ	Сокращение расхода топлива

Как видно, во всех случаях внедрение цифрового двойника дало ощутимые положительные результаты – либо в виде экономии затрат, либо увеличения выпуска и прибыли. Важно отметить, что окупаемость проектов цифровых двойников варьируется. Простые проекты (например, оптимизация склада) могут окупиться в течение года, тогда как сложные (типа полной цифровой модели предприятия) требуют 2-3 года для выхода на точку безубыточности. Однако в долгосрочной перспективе выгоды многократно превышают вложения, поскольку полученные улучшения накапливаются год от года. Поэтому крупные предприятия рассматривают цифровые двойники как стратегическую инвестицию в повышение эффективности бизнеса.

Кроме того, цифровые двойники приносят не прямые эффекты, которые трудно количественно измерить, но они важны: улучшение прозрачности и управляемости процессов, повышенная гибкость производства, лучшая безопасность труда (т. к. риски отрабатываются на виртуальных моделях). Все это способствует общей конкурентоспособности предприятий. Недаром около 63% производственных компаний в мире либо уже реализуют проекты цифровых двойников, либо планируют начать в ближайшее

время. Те, кто первыми сумели извлечь выгоду из этой технологии, получают существенное преимущество.

Выводы

Анализ рынка и практики внедрения цифровых двойников показывает, что эта технология прошла путь от экспериментальной новинки до must-have инструмента для крупных предприятий. Глобальный рынок стремительно растет, а в России сформировалась благоприятная среда – нормативная и инвестиционная – для внедрения цифровых двойников во многих отраслях. Конкретные кейсы в промышленности, добыче, транспорте и энергетике подтвердили высокую эффективность: существенное снижение затрат, рост производительности, улучшение качества и ускорение процессов. Искусственный интеллект усиливает возможности цифровых моделей, превращая их в системы поддержки принятия решений нового поколения.

Для российских компаний цифровые двойники и ИИ открывают возможность компенсировать традиционное технологическое отставание, повысить конкурентоспособность на глобальном рынке и снизить влияние негативных факторов (например, человеческого фактора или изношенности оборудования). Государ-

ственные инициативы (НТИ, стандарты) стимулируют распространение лучших практик, и можно ожидать, что в ближайшие годы количество успешных внедрений будет быстро расти. В академической и деловой среде цифровые двойники уже стали предметом повышенного внимания, формируется новая парадигма управленческой аналитики, основанная на цифре и данных в реальном времени.

Таким образом, цифровые двойники предприятий с поддержкой искусственного интеллекта доказали свою результативность и экономическую целесообраз-

ность. Актуальные статистические данные и примеры внедрения свидетельствуют: бизнес, инвестирующий в данную технологию, получает ощутимую отдачу. Можно ожидать, что к 2025–2030 гг. цифровые двойники станут такой же обыденной частью производства и менеджмента, как системы ERP или BI сегодня. Организации, уже сейчас встроившие цифровых двойников в свою структуру, будут обладать конкурентным преимуществом в точности аналитики и скорости реакции на изменения, что особенно важно в условиях современной динамичной экономики.

Список литературы

1. Применение современных информационных технологий в антикризисном управлении персоналом / А. А. Страбыкин, Д. А. Маркова, Ж. Ю. Коптева, И. А. Томакова // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей 3-й Межрегиональной научно-практической конференции, г. Курск, 11 ноября 2021 года. Курск: Университетская книга, 2021. С. 399-403.
2. Брежнев А. В., Коптева Ж. Ю., Томакова И. А. Информационные технологии в управлении персоналом. Курск: Университетская книга, 2023. 94 с.
3. Киндрат Д. В., Беляева Т. А. Информационные технологии в кадровой политике современного предприятия // Актуальные аспекты обеспечения конкурентоспособности организаций в условиях перехода к цифровой экономике: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, г. Курск, 11 ноября 2019 г. Курск: Курский государственный университет, 2019. С. 258-264.
4. Мамонтова С. В., Сапрыкина А. С. Основные тренды цифровой экономики // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей Межрегиональной научно-практической конференции, г. Курск, 14–15 ноября 2019 г. Курск: Университетская книга, 2019. Т. 1. С. 370-376.
5. Метод контроля доступа и мониторинга соблюдения техники безопасности на энергетических хозяйствах предприятий на основе конвейерной нейросетевой модели / А. В. Киселев, Н. С. Брусенцев, Е. А. Кулешова, Д. А. Ермаков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2024. Т. 14, № 4. С. 28-46. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-4-28-46>
6. Повышение эффективности найма персонала за счет использования возможностей искусственного интеллекта / Ж. Ю. Коптева, И. А. Томакова, Д. М. Белкин, Р. В. Корой, А. В. Свиначев // Муниципальная академия. 2024. № 4. С. 266-277.
7. Цыганов В. Н. Влияние цифровых двойников на улучшение производственных процессов и экономическое обоснование их применения // Вопросы природопользования. 2024. Т. 3, № 1. С. 55-63. <https://doi.org/10.25726/g4507-6844-8321-1>
8. Industry practices of digital twin technology application in the Russian Federation / N. S. Zinchik, V. E. Zarembo, E. A. Sintsova, V. A. Bichurina // Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Digital Economy and Finances". Atlantis Press, 2020. P. 26-30. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200423.006>
9. Выходец Р. С. Большие ИИ-пространства и стратегия России в условиях санкционной войны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Международные отношения. 2022. Т. 22, № 2. С. 256-270. <https://doi.org/10.22363/2313-0660-2022-22-2-256-270>

10. Digital Twins as a New Paradigm of an Industrial Enterprise / T. Golovina, A. Polyenin, A. Adamenko, E. Khegay, V. Schepinin // International Journal of Technology. 2020. Vol. 11, no. 6. P. 1115-1124. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i6.4427>

11. ТМК получила прибыль в размере полмиллиарда рублей от внедрения цифровых двойников // СТЗ ТМК. URL: <https://www.tmk-group.ru/PressReleases/3606> (дата обращения: 10.07.2025).

12. ТМК оптимизирует контроль продукции и подсчет изделий на СТЗ с помощью машинного зрения // СТЗ ТМК. URL: <https://www.tmk-group.com/PressReleases/4394> (дата обращения: 10.07.2025).

13. Цифровые двойники // РЖД. URL: <https://rzdigital.ru/technology/tsifrovye-dvoyniki/> (дата обращения: 10.07.2025).

14. Шереметьево представил отраслевому сообществу уникальную цифровую экосистему управления аэропортом // Шереметьево. Международный аэропорт. URL: https://www.svo.aero/ru/press_center/press_releases/sheremetyevo-presented-to-the-industry-community-a-unique-digital-airport-management-ecosystem (дата обращения: 10.07.2025).

15. ВИА Technologies показала, как ускорить складские операции до 35% с помощью цифрового двойника // Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2024/05/03/bia-technologies-pokazala-kak-uskorit-skladskie-operatsii-do-35-s-pomoschyu-tsifrovogo-dvoynika-erid-2vfnxhruari (дата обращения: 10.07.2025).

16. «Росатом» разрабатывает ядерное топливо с помощью цифрового двойника // Страна Росатом. URL: <https://strana-rosatom.ru/2024/06/16/rosatom-razrabatyvaet-yadernoe-top/> (дата обращения: 10.07.2025).

References

1. Strabykin A.A., Markova D.A., Kopteva Zh.Yu., Tomakova I.A. Application of modern information technologies in anti-crisis personnel management. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei 3-i Mezhhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 11 noyabrya 2021 goda = Digital economy: problems and development prospects: Collection of scientific articles of the 3rd Interregional Scientific and Practical Conference, 11 November 2021, Kursk*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2021. P. 399-403. (In Russ.)

2. Brezhnev A.V., Kopteva Zh.Yu., Tomakova I.A. Information technologies in personnel management. Kursk: Universitetskaya kniga; 2023. 94 p. (In Russ.)

3. Kindrat D.V., Belyaeva T.A. Information technologies in the personnel policy of a modern enterprise. In: *Aktual'nye aspekty obespecheniya konkurentosposobnosti organizatsii v usloviyakh perekhoda k tsifrovoi ekonomike: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konfrentsii, g. Kursk, 11 noyabrya 2019 g. = Current aspects of ensuring the competitiveness of organizations in the context of the transition to a digital economy: Collection of materials from the All-Russian scientific and practical conference, 11 November 2019, Kursk*. Kursk: Kurskii gosudarstvennyi universitet; 2019. P. 258-264. (In Russ.)

4. Mamontova S.V., Saprykina A.S. Main trends of the digital economy. In: *Tsifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statei Mezhhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, g. Kursk, 14–15 noyabrya 2019 g. = Digital economy: problems and prospects of development: Collection of scientific articles of the Interregional scientific and practical conference, 14-15 November 2019, Kursk*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2019. Vol. 1. P. 370-376. (In Russ.)

5. Kiselev A.V., Brusentsev N.S., Kuleshova E.A., Ermakov D.A. Method of access control and monitoring of compliance with safety regulations in energy facilities of enterprises based on a conveyor neural network model. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2024;14(4):28-46. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2024-14-4-28-46>

6. Kopteva J.Y., Tomakova I.A., Belkin D.M., Koroy R.V., Svinarev A.V. Improving the efficiency of recruitment through the use of artificial intelligence. *Munitsipal'naya akademiya = Municipal Academy*. 2024;(4):266-277. (In Russ.) https://doi.org/10.52176/2304831X_2024_04_266

7. Tsyganov V.N. The impact of digital twins on improving production processes and economic justification of their application. *Voprosy prirodopol'zovaniya = Issues of Nature Management*. 2024;3(1):55-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.25726/g4507-6844-8321-1>

8. Zinchik N.S., Zarembo V.E., Sintsova E.A., Bichurina V.A. Industry Practices of Digital Twin Technology Application in the Russian Federation. In: *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Digital Economy and Finances"*. Atlantis Press; 2020. P. 26-30. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200423.006>
9. Vyhodets R.S. Large AI spaces and Russia's strategy in the context of the sanctions war. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Mezhdunarodnye otnosheniya = Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: International Relations*. 2022;22(2):256-270. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2313-0660-2022-22-2-256-270>
10. Golovina T., Polyanin A., Adamenko A., Khegay E., Schepinin V. Digital Twins as a New Paradigm of an Industrial Enterprise. *International Journal of Technology*. 2020;11(6):1115-1124. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i6.4427>
11. TMK received a profit of half a billion rubles from the implementation of digital twins. TMK STZ. (In Russ.) Available at: <https://www.tmk-group.ru/PressReleases/3606> (accessed 10.07.2025).
12. TMK optimizes product inspection and item counting at the STZ using machine vision. TMK STZ. (In Russ.) Available at: <https://www.tmk-group.com/PressReleases/4394> (accessed 10.07.2025).
13. Digital twins. Russian Railways. (In Russ.) Available at: <https://rzddigital.ru/technology/tsifrovye-dvoyniki/> (accessed 10.07.2025).
14. Sheremetyevo presented a unique digital airport management ecosystem to the industry community. Sheremetyevo Airport. International Airport. (In Russ.) Available at: https://www.svo.aero/ru/press_center/press_releases/sheremetyevo-presented-to-the-industry-community-a-unique-digital-airport-management-ecosystem (accessed 10.07.2025).
15. BIA Technologies showed how to speed up warehouse operations by up to 35% using a digital twin. *Vedomosti*. (In Russ.) Available at: https://www.vedomosti.ru/press_releases/2024/05/03/bia-technologies-pokazala-kak-uskorit-skladskie-operatsii-do-35-s-pomoschyu-tsifrovogo-dvoynika-erid-2vfn-xhruapi (accessed 10.07.2025).
16. Rosatom develops nuclear fuel using a digital twin. The country of Rosatom. (In Russ.) Available at: <https://strana-rosatom.ru/2024/06/16/rosatom-razrabatyvaet-yadernoe-top/> (accessed 10.07.2025).

Информация об авторах / Information about the Authors

Томакова Ирина Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры экономики, управления и аудита, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: tomakova@mail.ru
ORCID: 0000-0001-7419-1813

Irina A. Tomakova, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Economics, Management and Audit, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: tomakova@mail.ru,
ORCID: 0000-0001-7419-1813

Коптева Жанна Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, управления и аудита, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: zhanna.kopteva@inbox.ru,
ORCID: 0000-0003-1198-6357

Zhanna Yu. Kopteva, Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Economics, Management and Audit, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: zhanna.kopteva@inbox.ru,
ORCID: 0000-0003-1198-6357

Брусенцев Никита Сергеевич, магистрант, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: brusencev2001@yandex.ru

Nikita S. Brusentsev, Undergraduate, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: brusencev2001@yandex.ru

Кушнир Петр Матвеевич, магистрант, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: imitater29@yandex.ru

Petr M. Kushnir, Undergraduate, Southwest State University, Kursk, Russian Federation,
e-mail: imitater29@yandex.ru