

Научная статья

УДК 338.24

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18202>

EDN: <https://elibrary/EVBPIO>



АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.С. Мельников , Е.Г. Калабина 

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Российская Федерация

 melnikov4work@gmail.com

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена повышенным интересом предприятий в области цифровизации и применения цифровых технологий и инструментов в бизнес-процессах. Предприятия все чаще сталкиваются с необходимостью использования таких цифровых технологий, как искусственный интеллект, облачные сервисы, технологии анализа больших данных и пр. Эффективность применения данных технологий напрямую воздействует на качество и скорость бизнес-процессов, что непосредственно влияет на конкурентоспособность. Основная цель работы – проведение анализа распространения цифровых инструментов в деятельности предприятий в Российской Федерации. Научная новизна исследования заключается в проведенной оценке использования цифровых инструментов и технологий предприятиями в Российской Федерации за 2019–2023 годы. Авторами проведен количественный анализ статистики по использованию цифровых технологий, объемам затрат на их внедрение. Впоследствии выявлена динамика внедрения и применения цифровых технологий и инструментов в промышленности. Теоретической и методологической основой исследования выступили материалы исследований по цифровизации бизнес-процессов, по повышению цифровых компетенций сотрудников предприятий, а также по оценке влияния цифровых технологий на деятельность предприятий. В качестве методов исследования использованы количественный анализ данных, экспертный и сравнительный анализы. Информационной базой послужили статистические данные по применению цифровых технологий предприятиями, а также исследования, касающиеся трендов и методов управления в контексте цифровой трансформации. Результатом работы стало формирование оценки о текущем состоянии распространения цифровых технологий в деятельности предприятий в Российской Федерации. Результаты могут быть использованы для разработки стратегий цифровой трансформации и улучшения управления предприятиями в условиях цифровой экономики. Полученные данные также позволяют бизнесу и государственным органам отслеживать процесс цифровизации и корректировать планы по цифровому развитию. Главный вывод исследования – предприятия в Российской Федерации с помощью цифровых технологий обеспечивают в основном базовые потребности, при этом существует потенциал для развития более сложных решений. В будущем направления исследований могут быть сфокусированы на углубленном анализе барьеров, связанных с цифровыми навыками сотрудников, а также на разработке гибридных моделей цифровой зрелости, подходящих под российские реалии.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровые технологии, цифровизация, цифровая экономика

Для цитирования: Мельников А.С., Калабина Е.Г. (2025) Анализ распространения цифровых инструментов в деятельности российских предприятий. П-Economy, 18 (2), 30–48. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18202>

Review article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18202>

ANALYSIS OF THE DISTRIBUTION OF DIGITAL TOOLS IN THE ACTIVITIES OF RUSSIAN ENTERPRISES

A.S. Melnikov  , E.G. Kalabina 

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russian Federation

✉ melnikov4work@gmail.com

Abstract. The relevance of the research is due to the increased interest of enterprises in digitalization and the use of digital technologies and tools in business processes. Enterprises are increasingly faced with the need to use digital technologies such as artificial intelligence, cloud services, big data analysis technologies, etc. The effectiveness of using these technologies directly affects the quality and speed of business processes, which directly affects the competitiveness. The main purpose of the work is to analyze the spread of digital tools in the activities of enterprises in the Russian Federation. The scientific novelty of the study lies in the assessment of the use of digital tools and technologies by enterprises in the Russian Federation in 2019–2023. The authors conducted a quantitative analysis of statistics on the use of digital technologies and the cost of their implementation. Subsequently, the dynamics of the introduction and application of digital technologies and tools in industries were revealed. The theoretical and methodological basis of the study were research materials on the digitalization of business processes, on improving the digital competencies of enterprise employees, as well as on assessing the impact of digital technologies on the activities of enterprises. Quantitative data analysis, expert and comparative analyses were used as research methods. The information base was statistical data on the use of digital technologies by enterprises, as well as research on trends and management methods in the context of digital transformation. The result of the work was the formation of an assessment of the current state of the spread of digital technologies in the activities of enterprises in the Russian Federation. The results can be used to develop digital transformation strategies and improve enterprise management in the digital economy. The data obtained also allows businesses and government agencies to monitor the process of digitalization and adjust plans for digital development. The main conclusion of the study is that enterprises in the Russian Federation mainly meet basic needs using digital technologies, while there is potential for the development of more complex solutions. In the future, research areas may focus on in-depth analysis of barriers associated with the digital skills of employees, as well as on the development of hybrid models of digital maturity suitable for Russian realities.

Keywords: digital transformation, digital technologies, digitalization, digital economy

Citation: Melnikov A.S., Kalabina E.G. (2025) Analysis of the distribution of digital tools in the activities of russian enterprises. *П-Economy*, 18 (2), 30–48. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.18202>

Введение

В эпоху четвертой промышленной революции цифровые технологии и инструменты преобразуют все направления деятельности предприятий – от внутренних процессов до взаимодействия с контрагентами [1–5].

Сегодня цифровая трансформация становится основным элементом современного бизнеса. Она меняет подходы к управлению и оптимизации процессов. Внедрение цифровых технологий, включая автоматизацию и искусственный интеллект (ИИ), не только ускоряет выполнение задач, но и помогает компаниям быстрее адаптироваться к требованиям глобального рынка, повышая производительность, сокращая расходы и улучшая качество выпускаемой продукции.

Цифровизация предприятий затрагивает несколько ключевых направлений:

1. Автоматизация и роботизация

Внедрение автоматизированных систем и роботов позволяет сотрудникам сосредоточиться на более сложных задачах, освобождаясь от рутинных и опасных операций. Это повышает эффективность и снижает вероятность ошибок [6]. Например, на предприятиях аэрокосмической отрасли переход от ручной сварки к роботизированным комплексам сократил трудоемкость в 3,5 раза, время выполнения задач – в 5 раз [7].

2. Интернет вещей (IoT)

Использование устройств IoT позволяет непрерывно контролировать состояние оборудования и анализировать данные с производственных площадок. Это помогает оперативно выявлять и устранять неполадки [8, 9]. На примере сферы услуг можно увидеть эффект от интеграции IoT-технологий – с их помощью снижаются операционные затраты, повышается скорость обслуживания клиентов и облегчается мониторинг оборудования [10]. В энергетической отрасли использование «умных» счетчиков и систем управления энергопотреблением позволило оптимизировать расход энергии и уменьшить потери ресурсов. Также авторы отмечают, что в транспортной отрасли IoT-технологии выполняют мониторинг движения и занимаются корректировкой управления в зависимости от поступающих данных, что позволяет уменьшать заторы на дорогах и повышать безопасность движения [11, 12]. В промышленности также существуют успешные кейсы внедрения IoT-технологий, но в меньших объемах, поскольку существуют большие сроки окупаемости, поэтому для данной отрасли инвестиции привлечь сложнее [13].

3. Аналитика больших данных (Big Data)

Работа с большими объемами данных позволяет выявлять закономерности, оптимизировать процессы и корректировать производственные задачи для достижения максимальной эффективности [14]. Использование Big Data позволяет предприятиям принимать обоснованные и точные решения. Исследователи также выделяют барьеры, которые связаны с инфраструктурой и кадрами – делая комплексный вывод о том, что успешное внедрение технологий Big Data в бизнес-процессы компаний требует всеобъемлющего подхода, содержащего технологические и управленческие изменения [15–17].

Выявлено, что использование Big Data способствует перераспределению полномочий принятия решений, что по итогу положительно сказывается на эффективности управления. Помимо этого, применение данных технологий позволяет предприятиям расширять потоки доходов и создавать дополнительную ценность товарам [18, 19].

4. Облачные технологии

Переход на облачные платформы предоставляет возможность более гибкого управления ресурсами и обеспечивает доступ к данным независимо от местоположения сотрудников. Использование облачных технологий существенно сокращает издержки предприятий на техническую инфраструктуру. Помимо этого, предприятия имеют возможность масштабировать объем используемых облачных технологий в зависимости от задачи [20–23].

5. ИИ и машинное обучение

Эти технологии используются для прогнозирования спроса, оптимизации логистики и оперативного выявления аномалий в процессе производства [24–26].

По оценке экспертов «Якова и Партнеров» и «Яндекса» в 2023 году 40% крупных предприятий в Российской Федерации внедряли ИИ в бизнес-процессы, а 20% использовали генеративные модели. Экономический потенциал ИИ к 2028 году оценивается в 22–36 трлн руб., при этом 70% эффекта будут сосредоточены в шести отраслях: логистике, банкинге, ритейле, добывающей промышленности и производстве, а также IT. Исследователи отмечают, что внедрение ИИ уже сокращает затраты у 94% компаний, а 30% ожидают рост выручки за счет персонализации продуктов для клиентов [27].

6. Кибербезопасность



С увеличением объема данных и подключенных устройств усиливается угроза кибератак, поэтому компании применяют современные технологии защиты информации [28]. Сфера кибербезопасности затрагивает все виды внедряемых цифровых технологий. Исследователи подробно рассматривают технические вопросы применения машинного обучения для обнаружения вредоносного программного обеспечения (ПО). Отдельно выделяют способности систем ИИ адаптироваться к меняющимся сценариям атак, что значительно повышает защиту информационных систем [29].

Эти направления образуют основу подхода Индустрии 4.0, требующего комплексного внедрения технологий на всех уровнях предприятия. Также следует учитывать факт санкционной политики в отношении Российской Федерации, в которой участвуют более 100 стран: это существенно изменило условия для современной отечественной экономики и промышленных предприятий [30]. «От национальной промышленности России сегодня требуется одновременно повышение ее устойчивости к внешним шокам и угрозам, интенсивное наращивание „выпадающих“ объемов производства, а также достижение высокого уровня внедрения инновационных разработок и выпуска продукции высоких переделов» [31].

Объектом исследования являлись предприятия Российской Федерации. Помимо общей характеристики предприятий, отдельно были рассмотрены промышленные предприятия.

Предметом исследования являлись технологии и инструменты, которые используют предприятия в процессе своей деятельности. Тема распространения цифровых инструментов и технологий особенно актуальна для предприятий в Российской Федерации, где процессы цифровых преобразований зачастую сталкиваются с барьерами разного рода [32, 33].

Научная проблема заключается в корректном проведении оценки распространения технологий и инструментов для российских предприятий. В текущее время решение данной проблемы является необходимым шагом, поскольку позволит повысить конкурентоспособность на турбулентном рынке или поспособствует правильной перестройке на другие рынки.

Также правильная оценка распространения цифровых технологий и инструментов может помочь работе государственных органов, так как с помощью данных оценки у них появляется возможность отслеживать и в случае необходимости корректировать процесс цифровой трансформации – как на микроуровнях, в рамках одного или нескольких предприятий, так и на макроуровнях, в рамках регионов и отраслей.

Литературный обзор

В исследованиях показано, что переход к Индустрии 4.0 и внедрение таких решений, как промышленный IoT и аддитивные технологии, меняет подходы к производству, особенно в сфере обрабатывающей промышленности. Цифровизация улучшает не только производственные процессы, но и управление цепочками поставок, а также взаимодействие с клиентами. Компании вынуждены реагировать на эти изменения, несмотря на экономическую нестабильность [34].

Процесс внедрения цифровых технологий проходит несколько этапов, начиная с базовых решений и переходя к более сложным инструментам, таким как аналитические системы и системы управления на основе данных. Исследования показывают, что темпы внедрения зависят от размера компании и ее особенностей. Например, предприятия в менее развитых регионах сталкиваются с нехваткой квалифицированных специалистов и низким уровнем цифровизации, что замедляет процесс цифровой трансформации.

Европейский доклад 2021 года рассматривает неравномерное развитие цифровой экономики в российских регионах, указывая на существенные различия в уровнях готовности к цифровым преобразованиям. В регионах с низким уровнем цифровизации существует высокий барьер для внедрения передовых технологий, в отличие от таких областей, как Татарстан и Тюменская область, которые показывают значительные успехи. Эти различия объясняются ограниченностью

финансирования и нехваткой квалифицированного персонала в менее развитых регионах, что препятствует эффективному использованию цифровых технологий для улучшения бизнес-процессов [35].

В исследовании И.Н. Щепиной и др. выявлено, что уровень цифровизации в России сильно различается по регионам. Это связано с различиями в доступе к цифровым сервисам и инфраструктуре, а также в уровне использования ИКТ среди компаний [36]. Исследование показало, что компании из регионов с более низким уровнем цифровизации испытывают трудности с внедрением технологий из-за нехватки ресурсов и кадров, в то время как более развитые регионы демонстрируют значительный рост в этом направлении. Это подтверждает существование «цифрового неравенства», особенно ощутимого среди малых и средних предприятий в менее развитых регионах Российской Федерации.

Формирование цифровой культуры становится необходимым условием для успешной трансформации. По данным исследований VCG, компании, которые формируют цифровую культуру, демонстрируют более высокие финансовые результаты. Такая культура помогает более гибко принимать решения, привлекать квалифицированные кадры и поддерживать инновационные инициативы¹.

Также в отчетах правительства Российской Федерации о состоянии готовности отраслей к внедрению ИИ приводится индекс «готовности внедрения». Расчет индекса осуществляется по следующим основным направлениям: текущий уровень использования ИИ в приоритетных сферах деятельности; эффекты от использования ИИ; факторы, способствующие развитию и использованию ИИ (государственная политика, регулирование, стратегическое планирование и корпоративное управление, кадры, исследования и разработки, данные, цифровая инфраструктура, доверие и безопасность).

Средний интегральный индекс в 2024 году был 3,5 балла из 10. Это указывает на низкий уровень готовности большинства отраслей. В динамике мы можем наблюдать изменение индекса: например, в 2021 году его значение было 3,2 балла, в 2023 году – 3,7 балла. Среди отраслей, показавших наибольший балл по «готовности внедрения», находятся: ИКТ, финансовые услуги, высшее образование и топливно-энергетический комплекс. В этих отраслях индекс находится выше 4 баллов. В свою очередь, к «начинающим» отраслям, имеющим низкий индекс «готовности внедрения», относятся: социальная сфера, культура, физкультура и спорт, общее образование и отрасль развития городской среды. Данные отрасли имеют индекс ниже 3,2 балла [37].

Многие российские компании сталкиваются с барьерами, такими как высокая стоимость начальных инвестиций, недостаток цифровых навыков сотрудников и потребность в адаптации технологий к местным условиям. Для повышения конкурентоспособности компании все чаще развивают навыки анализа данных и управления технологиями, что помогает повышать производительность и эффективность производства.

В статье С. Тодорович приводится общая статистика по предприятиям в Российской Федерации, от малого бизнеса до крупного, которые сталкиваются с барьерами при внедрении цифровых технологий. Особенно выделяется парадокс – предприятия, фокусирующиеся на стратегии снижения издержек, часто избегают цифровизации из-за рисков увеличения затрат, но в то же время инновационно-ориентированные предприятия успешно используют цифровые технологии для дифференциации продукции [38].

В работе А.Х. Казанбиевой и А.Д. Гасановой рассматриваются проблемы внедрения концепции Индустрии 4.0/5.0 в российском промышленном секторе. На основе проведенного опроса в 120 предприятиях из машиностроительной, нефтегазовой и химической отраслей авторы выявили технологические, инфраструктурные и кадровые барьеры внедрения технологий. Отмечается,

¹ Hemerling J., Kilmann J., Martin Danoesastro M., Stutts L., Ahern C. (2018) It's Not a Digital Transformation Without a Digital Culture. [online] Available at: <https://www.bcg.com/publications/2018/not-digital-transformation-without-digital-culture> [Accessed 1.11.2024].



что 68% предприятий используют оборудование, не совместимое с IoT-решениями, 82% опрошенных отмечают, что их предприятия испытывают острую нехватку специалистов по Big Data [39].

В общей статистике, составленной нами из данных материалов Росстата и материалов докладов НИУ ВШЭ, 61% опрошенных компаний не использует цифровые технологии и не видит потребности в них. Рассмотрим основные барьеры и причины, по которым предприятия могут отказываться от внедрения цифровых технологий [40].

1. Отсутствие необходимости

Наиболее популярным барьером среди предприятий является именно отсутствие понимания в необходимости внедрения цифровых технологий. Например, многие компании считают, что их существующие бизнес-процессы, производственные процессы функционируют эффективно, и руководство компаний не видит необходимости во внедрении технологий.

2. Финансовые затраты

Внедрение, адаптация и поддержание работы технологий требует значительных финансовых затрат, например на приобретение специального оборудования, разработку ПО. Предприятия отказываются от внедрения технологий из-за имеющихся ограничений финансовых ресурсов и отсутствия возможности выделить дополнительные средства на эти процессы.

3. Изменение бизнес-модели компании

При переходе на новые технологии зачастую происходит качественное изменение бизнес-модели предприятия. Это подразумевает под собой новые методы менеджмента, изменение стратегии взаимодействия с контрагентами. Некоторые предприятия, имеющие устоявшуюся бизнес-модель, не хотят или не могут пойти на такие риски, поэтому отказываются от внедрения технологий.

4. Недостаточная цифровая компетенция сотрудников

Часто при желании внедрить ту или иную цифровую технологию руководство предприятия сталкивается с проблемой низкой цифровой компетенции у сотрудников.

В ходе анализа литературы были выделены несколько общих черт из найденных методов оценки – подавляющее большинство методов учитывает количество технологий, используемых предприятием в процессе своей деятельности.

В работе Т. Тордсена, М. Муравски и М. Бика отмечается многофакторная природа распространения цифровых технологий и цифровой трансформации в общем виде. Авторы выделяют в моделях количественные факторы в виде широты и глубины использования технологий, при этом негативно оцениваются упущения культурных и организационных факторов – цифровой культуры и готовности персонала к изменениям в процессе трудовой деятельности. Авторы делают вывод, что ключевой будет являться работа по созданию условий, при которых сотрудники предприятий станут не только осваивать новые технологии, но и применять их для оптимизации своей работы [41].

Дополняя тему отраслевых исследований, Г. Реман изучал распространение цифровых технологий в отрасли тяжелого производства и энергетики, отмечая особую сложность трансформаций, поскольку существовала высокая зависимость от старых технологий и слишком медленного процесса внедрения инноваций. В исследовании также описаны проблемы перестройки бизнес-модели предприятий, поскольку, как отмечает автор, цифровая трансформация затрагивает не только техническую сторону изменений [42].

В Российской Федерации тема распространения цифровых технологий исследуется в контексте цифровой трансформации предприятий. В НИУ ВШЭ Г.И. Абдрахманова и др. в своих трудах представляют мониторинг использования цифровых технологий в сфере бизнеса [43].

Для применения новых технологий важно наличие не только самой технологии, но и кадров. В предыдущих исследованиях по теме цифровой трансформации бизнеса и внедрения цифровых инструментов в бизнес-процессы было отмечено, что одним из главных барьеров являлось

отсутствие понимания у сотрудников необходимости использования цифровых технологий и инструментов, и как следствие из этого появлялся барьер в виде недостаточности знаний и компетенций для их применения. Уровень цифровых компетенций сотрудников компании оказывает существенное влияние не только на эффективность применения цифровых технологий и инструментов, но и в целом на их использование в деятельности компании [44].

Исследование HBR дополняет выводы предыдущих работ в плоскости использования ИИ — подчеркивая, что эволюция технологий ИИ и других цифровых технологий влияет на создание новых бизнес-моделей компаний. Также HBR выделяет потребность в высоком уровне цифровых компетенций персонала компании для улучшений в производительности компаний и финансовых результатах².

Целью нашего исследования является анализ распространения цифровых инструментов в деятельности предприятий в Российской Федерации. Научная новизна исследования заключается в оценке использования цифровых инструментов и технологий предприятиями в Российской Федерации за 2019–2023 годы. В текущем исследовании оценка акцентировалась на использовании большего числа цифровых технологий предприятиями, причем оценивались как широта использования технологий, так и их глубина, но мы также осознавали и учитывали фактор компетенции сотрудников.

Методы исследования

В данном исследовании использовался количественный метод оценки распространения цифровых инструментов в предприятиях в Российской Федерации путем анализа статистики использования цифровых технологий предприятиями, а также статистики затрат на их внедрение и использование³. Таким образом, мы смогли выявить динамику в использовании технологий и сформулировать выводы о текущем состоянии распространения цифровых технологий и инструментов в предприятиях в Российской Федерации.

Результаты

В текущих условиях о распространенности цифровых технологий в деятельности предприятия можно говорить, основываясь на том, какова степень его технологической оснащенности и налаженности инфраструктуры, а также какими технологиями предприятие пользуется для решения своих операционных задач [45, 46]. Исходя из анализа данных (рис. 1), мы констатируем факт, что в Российской Федерации общее количество предприятий, использующих в своей деятельности цифровые технологии, в период с 2019 по 2023 год включительно увеличилось до 248 тыс. (в 2019 году было 230 тыс.). При этом наибольший рост пришелся на 2020 год, затем мы наблюдаем стагнацию и лишь незначительное увеличение в пределах 1 тыс. за период с 2021 по 2023 год. Вследствие этого мы можем сделать вывод, что за последние три года потребность в цифровой трансформации в бизнес-среде снизилась.

В промышленности мы наблюдаем схожую ситуацию. С 2019 по 2023 год число предприятий, использовавших цифровые технологии, увеличилось на 2 тыс. При этом также наибольший прирост демонстрировался до 2021 года, затем наблюдается стагнация — в период с 2021 по 2023 год прирост предприятий, использовавших цифровые технологии, составил примерно 600 единиц.

Как мы видим на рис. 2, существенно увеличилось количество предприятий, использующих цифровые платформы в своей деятельности. Особенно сильный прирост был в 2023 году, мы

² Iansiti M., Lakhani K.R. (2020) *Competing in the Age of AI: How machine intelligence changes the rules of business*. [online] Available at: <https://hbr.org/2020/01/competing-in-the-age-of-ai> [Accessed 1.11.2024]; Lamarre E., Chheda S., Riba M., Genest V., Nizam A. (2023) *The Value of Digital Transformation*. [online] Available at: <https://hbr.org/2023/07/the-value-of-digital-transformation> [Accessed 1.11.2024].

³ Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (3-информ) (2024) *Федеральная служба государственной статистики*. [online] Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science> [Accessed 01.11.2024]

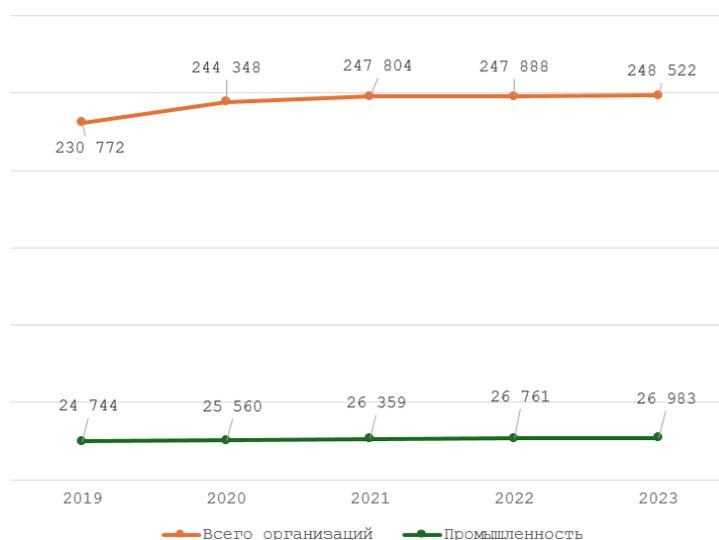


Рис. 1. Динамика количества предприятий, использовавших цифровые технологии, за период с 2019 по 2023 год [27]

Fig. 1. Dynamics of the number of enterprises using digital technologies in 2019–2023 [27]

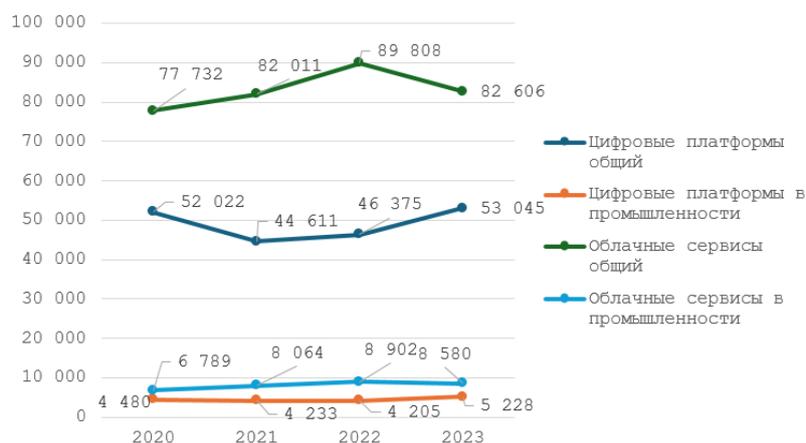


Рис. 2. Динамика количества предприятий, использовавших цифровые платформы и облачные сервисы, в период с 2020 по 2023 год [27]

Fig. 2. Dynamics of the number of enterprises using digital platforms and cloud services in 2020–2023 [27]

связываем этот факт с переходом предприятий на отечественные платформы, которые оказались более выгодными для тех, которые ранее не пользовались платформами вовсе. В промышленности также наибольший прирост случился в 2023 году, составив более 1 тыс. новых предприятий.

Облачные сервисы также показали отрицательную динамику за последний год, вернувшись к значениям 2021 года – с 89 тыс. предприятий показатель использования облачных сервисов снизился до 82 тыс. Это был один из наиболее ощутимых «санкционных ударов» по бизнес-сектору, поскольку большинство компаний пользовалось зарубежными облачными сервисами. В промышленности снижение было также замечено, но с меньшими темпами относительно общего тренда.

При этом необходимо отметить, что число предприятий, использующих технологии сбора и обработки данных, за последний год заметно сократилось, практически в 2 раза – с 97 тыс. до

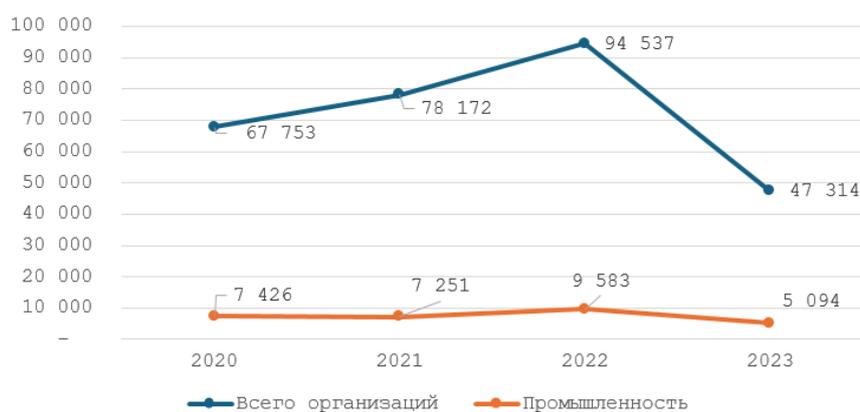


Рис. 3. Динамика количества предприятий, использовавших технологии сбора, обработки и анализа больших данных, в период с 2020 по 2023 год [27]

Fig. 3. Dynamics of the number of enterprises using technologies for collecting, processing and analyzing big data in 2020–2023 [27]

47 тыс. (рис. 3). Скорее всего это связано с уходом многих игроков рынка из-за санкционного давления. В промышленности за данный период также наблюдался спад, причем не только резкий, как в 2023 году: в 2021-м в использовании цифровых технологий обработки данных тоже было снижение – на 200 предприятий.

Немаловажным является факт сокращения использования технологий ИИ (рис. 4) в деятельности предприятий в 2023 году. До этого наблюдалась тенденция к росту, причем в 2022-м прирост в абсолютных величинах составил более 3 тыс. предприятий. В 2023 году количество предприятий сократилось до 15 тыс., что ниже уровня 2020 года – тогда технологиями ИИ пользовались 16 тыс. предприятий. В промышленности можно отметить, что показатели вернулись к значениям 2021 года.

В данном случае снижение можно было бы объяснить санкционными издержками, но также следует отметить факт, что не все компании оказались способными обеспечивать использование технологий ИИ. Наиболее частыми факторами отказа являются: недостаточность финансовых средств, отсутствие должной инфраструктуры, сложность в применении.

Тем не менее стоит отметить положительную динамику (рис. 5) использования аддитивных технологий и технологий «цифровых двойников». Данные технологии, наоборот, показывали снижение в 2022 году, но в 2023-м – рост. Промышленность за этот же период не выходила из общего тренда, кроме 2023 года, показав менее стремительный рост.

Также развитие использования цифровых технологий предприятий можно оценить путем сопоставления затрат по различным категориям внедрения и использования.

Например, за период с 2019 по 2023 год включительно мы можем наблюдать положительную динамику затрат (рис. 6), но при этом отметить их стагнацию. Таким образом, в период с 2020 по 2021 год наблюдался существенный рост – за год предприятия на внедрение и развитие цифровых технологий потратили больше 1 трлн руб. В период с 2021 по 2023 год предприятия осуществили затраты суммарно на 0,5 трлн руб.

В свою очередь, промышленность показала более длительный тренд увеличения затрат: существенный рост наблюдался до 2022 года включительно – с 2020 по 2022 год затраты увеличивались на 90–100 млрд руб. каждый год. При этом в 2023-м затраты увеличились лишь на 10 млрд руб. и составили 584 млрд руб. против 573 млрд руб. в 2022 году.

Из данных структуры затрат были выведены основные статьи расходов (табл. 1). Из них видно, что наибольшей статьёй являлось приобретение машин и оборудования и лишь к 2023 году превзошла статья прочих затрат. Также следует отметить, что существенно сократилась доля

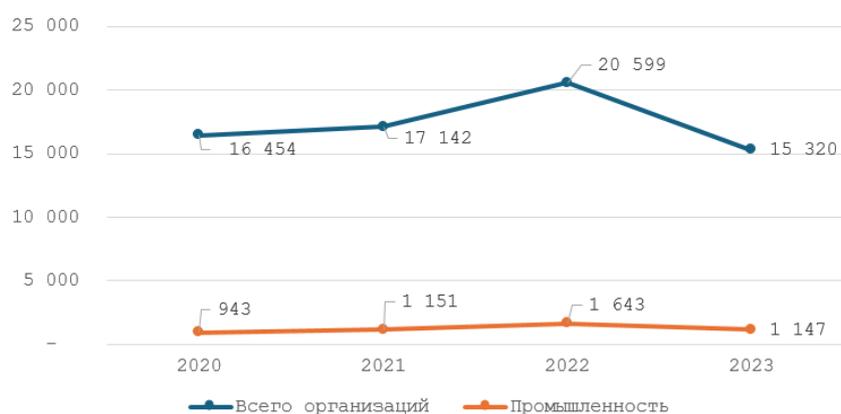


Рис. 4. Динамика количества предприятий, использовавших технологии ИИ, в период с 2020 по 2023 год [27]

Fig. 4. Dynamics of the number of enterprises using artificial intelligence technologies in 2020–2023 [27]

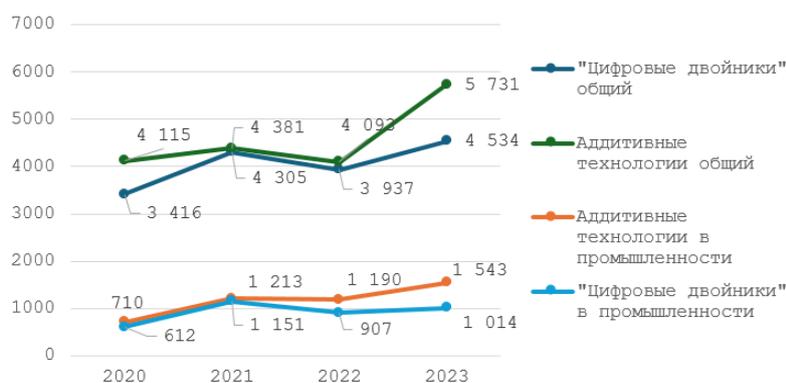


Рис. 5. Динамика количества предприятий, использовавших технологии «цифровых двойников» и аддитивные технологии, в период с 2020 по 2023 год [27]

Fig. 5. Dynamics of the number of enterprises using digital twin technologies and additive technologies in 2020–2023 [27]

оплат услуг электросвязи – за исследуемый период произошло сокращение более чем в 2 раза. При этом заметно увеличилась статья внешних затрат, в частности на разработку, аренду, адаптацию, доработку, техническую поддержку и обновление ПО. В свою очередь, внутренние затраты, которые включают в себя статьи расходов на приобретение, адаптацию и доработку ПО, выполненного собственными силами, за исследуемый период сократились с 21% до 12,9%.

В промышленности структура затрат отличается (табл. 2). Основной статьей неизменно остается приобретение машин и оборудования, что логично из-за особенности отрасли. При этом также увеличились внешние затраты на приобретение и адаптацию ПО – выросли с 15% до 24%. Снизились затраты на оплату услуг связи – с 2019 по 2023 год вдвое. Также снизились внутренние затраты на приобретение и адаптацию ПО – за пять лет с 16,5% до 13,9%.

Сопоставим две структуры затрат – общую и в промышленности (табл. 1 и 2). Как мы видим, статья затрат на приобретение машин и оборудования в промышленности продолжает расти, в то время как в общей статистике происходит снижение – это можно объяснить спецификой отрасли, поскольку оборудование в промышленности является основным активом для получения дохода. Внутренняя разработка ПО в промышленности идет в разрез с общим трендом снижения – скорее всего, это связано с тем, что предприятия стремятся создать собственные

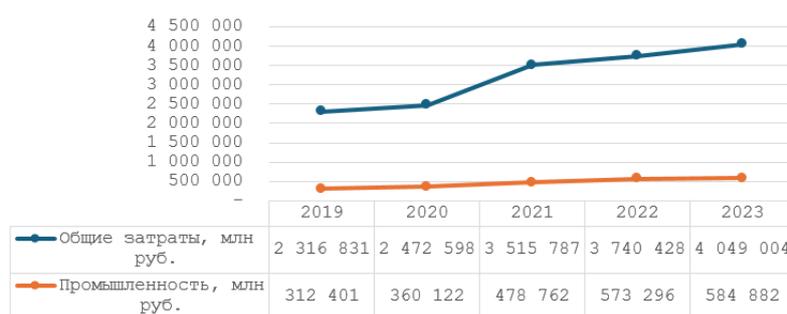


Рис. 6. Динамика затрат предприятий на внедрение и использование цифровых технологий в период с 2019 по 2023 год [27]

Fig. 6. Dynamics of enterprises' costs for the implementation and use of digital technologies in 2019–2023 [27]

Таблица 1. Динамика структуры затрат предприятий в Российской Федерации на использование и внедрение цифровых технологий в период с 2019 по 2023 год

Table 1. Dynamics of the cost structure of Russian enterprises for the use and implementation of digital technologies in 2019–2023

Годы	Внешние затраты на приобретение и адаптацию ПО	Внутренние затраты на приобретение и адаптацию ПО	Оплата услуг связи	Приобретение машин и оборудования	Прочие затраты
2019	12,46%	21,05%	14,35%	33,87%	9,17%
2020	16,90%	13,71%	14,97%	32,39%	7,91%
2021	14,60%	13,53%	9,04%	27,70%	23,19%
2022	18,86%	13,29%	7,52%	25,48%	24,69%
2023	21,48%	12,93%	6,34%	23,01%	24,67%

Источник: составлено авторами по [27]

Таблица 2. Динамика структуры затрат промышленных предприятий в Российской Федерации на использование и внедрение цифровых технологий в период с 2019 по 2023 год

Table 2. Dynamics of the cost structure of enterprises in the Russian industrial sector for the use and implementation of digital technologies in 2019–2023

Годы	Внешние затраты на приобретение и адаптацию ПО	Внутренние затраты на приобретение и адаптацию ПО	Оплата услуг связи	Приобретение машин и оборудования	Прочие затраты
2019	15,87%	16,57%	10,83%	31,78%	3,48%
2020	20,50%	14,43%	11,38%	34,64%	3,69%
2021	18,88%	15,75%	8,23%	28,86%	2,86%
2022	17,68%	11,75%	7,45%	38,26%	2,46%
2023	24,14%	13,91%	5,49%	29,33%	4,07%

Источник: составлено авторами по [27]

решения под свои модели работы и процессы. При этом затраты на внешнюю разработку также продолжают расти, как и в общей статистике предприятий.

За исследуемый период из табл. 3 видно, что доля предприятий, использовавших специализированное ПО, колеблется в пределах 65%, что говорит о стагнации в наращивании доли использования цифровых технологий компаниями.

Таблица 3. Динамика долей предприятий в Российской Федерации, использовавших специальные программные средства по направлениям работ в период с 2019 по 2023 год
Table 3. Dynamics of the share of Russian enterprises using special software tools by areas of work in 2019–2023

Доля предприятий, использовавших специальные программные средства	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Общая	66%	65,4%	63,1%	66,2%	65,7%
Для научных исследований	5,33%	3,76%	3,82%	16,55%	13,66%
Для проектирования/моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO)	15,16%	9,88%	15%	24,95%	22,85%
Для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами	19,21%	7,73%	11,12%	23,08%	20,03%
Для управления закупками товаров (работ, услуг)	45,39%	26,61%	40,26%	49,52%	48,64%
Для управления продажами товаров (работ, услуг)	30,31%	17,93%	27,93%	38,99%	38,66%
Для управления складом	–	17,25%	26,8%	37,72%	35,84%
Для осуществления финансовых расчетов в электронном виде	66,46%	41,83%	63,29%	69%	68,23%
Для предоставления доступа к базам данных предприятия через глобальные информационные сети, включая сеть Интернет	37,27%	22,08%	32,72%	41,73%	39,72%
Для обеспечения информационной безопасности	–	37,46%	57,84%	65,48%	65,53%
Электронные справочно-правовые системы	61,88%	42,81%	65,3%	69,78%	68,37%
CRM-системы	23,84%	12,05%	20,02%	32,18%	30,11%
ERP-системы	–	13%	20,64%	32,18%	30,43%
SCM-системы	–	4,79%	7,26%	20,96%	18,12%
PLM-/PDM-системы	–	3,54%	5,29%	16,61%	13,93%
HRIS	–	4,77%	7,39%	26,16%	27,16%
Редакционно-издательские системы	8,02%	5,45%	8,21%	17,95%	15,24%
Обучающие программы	19,03%	15,33%	24,09%	38,38%	38,61%
Системы электронного документооборота	81,49%	53,84%	83,35%	83,5%	82,08%

Источник: составлено авторами по [27]

В 2023 году наиболее востребованными технологиями у предприятий являлись системы электронного документооборота, электронные справочно-правовые системы, ПО для обеспечения информационной безопасности, а также ПО для проведения финансовых расчетов.

В промышленности (табл. 4) самыми востребованными программными средствами являлись системы электронного документа оборота, электронные справочно-правовые системы, программы для обеспечения информационно безопасности, а также программы для осуществления финансовых расчетов в электронном виде и для управления складом. Также следует отметить тот факт, что в промышленности общая доля предприятий, использовавших специальное ПО, выше, чем в общей статистике по всем предприятиям Российской Федерации, – это значит, что процесс цифровизации в данной отрасли идет быстрее.

Таблица 4. Динамика долей промышленных предприятий в Российской Федерации, использовавших специальные программные средства по направлениям работ в период с 2019 по 2023 год
Table 4. Dynamics of the shares of enterprises in the Russian industry that used special software in areas of work in 2019–2023

Доля предприятий, использовавших специальные программные средства	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Общая	93,70%	61,97%	83,74%	87,54%	87,89%
Для научных исследований	5,50%	1,80%	6,27%	21,64%	18,26%
Для проектирования/моделирования (CAD/CAE/CAM/CAO)	33,36%	11,06%	34,43%	45,92%	43,35%
Для управления автоматизированным производством и/или отдельными техническими средствами и технологическими процессами	41,57%	9,51%	26,22%	37,76%	34,74%
Для управления закупками товаров (работ, услуг)	47,43%	18,89%	38,38%	50,69%	49,43%
Для управления продажами товаров (работ, услуг)	42,61%	15,15%	34,90%	47,47%	47,31%
Для управления складом	–	18,79%	41,80%	54,04%	53,73%
Для осуществления финансовых расчетов в электронном виде	73,73%	38,55%	66,52%	73,06%	72,75%
Для предоставления доступа к базам данных предприятия через глобальные информационные сети, включая сеть Интернет	32,30%	12,65%	26,63%	38,65%	38,40%
Для обеспечения информационной безопасности	–	28,77%	60,51%	69,36%	68,45%
Электронные справочно-правовые системы	70,42%	41,91%	71,50%	76,13%	74,89%
CRM-системы	33,05%	6,51%	20,03%	34,50%	32,21%
ERP-системы	–	11,41%	32,83%	45,43%	45,12%
SCM-системы	–	–	6,68%	22,52%	19,50%
PLM-/PDM-системы	–	2,04%	7,86%	23,72%	20,70%
HRIS	–	2,68%	7,26%	30,81%	32,59%
Редакционно-издательские системы	6,62%	2,38%	6,83%	21,13%	17,81%
Обучающие программы	20,38%	14,50%	24,01%	39,96%	39,06%
Системы электронного документооборота	80,80%	48,59%	83,14%	83,91%	83,85%

Источник: составлено авторами по [27]

Заключение

Итоги работы, выраженные в проведенном анализе, показывают, что в Российской Федерации предприятия имеют потенциал к наращиванию темпов распространения цифровых технологий, но существует ряд проблем.

1. До 2022 года наблюдался рост использования цифровых технологий предприятиями, но после 2022 года темпы резко замедлились – цифровыми технологиями начинали пользоваться менее 1 тыс. предприятий в год. Замедляющими факторами выступают санкционная политика стран – поставщиков технологий, дефицит квалифицированных кадров, нехватка финансовых средств.

2. Общие затраты на цифровые технологии растут, но предприятия сокращают внутренние расходы на ПО в пользу внешних решений – доля внешних затрат выросла с 12% до 21%. Предприятиям проще отдать часть работ на внешнее исполнение, чем самим пытаться выстроить бизнес-процессы с использованием новых цифровых технологий.

3. В промышленности сохраняется поддержка внутренней разработки из-за специфики отрасли. Также промышленные предприятия, несмотря на возникающие проблемы поставок, продолжают сохранять высокие затраты на оборудование – 29%.



4. Наиболее востребованными являются технологии, обеспечивающие электронный документооборот, финансовые расчеты, информационную безопасность предприятия. В промышленности к вышеперечисленным добавляют технологии проектирования, управления продажами/закупками, управления складом и ERP-системы.

5. Доля «обучающих программ» по общей статистике использования предприятиями осталась на таком же уровне – 30%.

Полученные результаты позволяют сделать главный вывод о том, что на момент проведения исследования (2024 год) в общем состоянии цифровые технологии в предприятиях распространены на «начальном уровне» – ими обеспечиваются лишь базовые потребности. При этом инфраструктура позволяет осуществить наращивание мощностей для внедрения и использования новых цифровых технологий.

Отдельно следует выделить распространение цифровых технологий в промышленности. В этой отрасли темп распространения выше «общей оценки», поскольку по итогам исследования было выявлено, что востребовано большее количество цифровых технологий.

Направления дальнейших исследований

Будущие исследования могут быть направлены на создание новых методов оценки цифровой зрелости предприятий. Необходимо разработать новые гибридные модели цифровой зрелости для российского рынка, учитывая разницу развития регионов в плане инфраструктуры и доступа к ресурсам. Также необходимо провести углубленный анализ барьеров, с которыми сталкиваются предприятия в процессе цифровой трансформации, и найти методы их преодоления. Например, в ходе проведения исследования была обнаружена проблема оценки цифровых компетенций сотрудников предприятий: нехватка квалифицированных кадров – это один из главных барьеров цифровой трансформации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Kobara Y.M., Akpan I.J. (2023) Bibliometric Performance and Future Relevance of Virtual Manufacturing Technology in the Fourth Industrial Revolution. *Systems*, 11 (10), art. no. 524. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11100524>
2. Braña F.J. (2019) A fourth industrial revolution? Digital transformation, labor and work organization: a view from Spain. *Journal of Industrial and Business Economics*, 46, 415–430. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00122-0>
3. Lee S., Jo D. (2021) Determinants of Technology-Based Self-Service Acceptance. In: *Data Science and Digital Transformation in the Fourth Industrial Revolution* (eds. J. Kim, R. Lee), 929, 39–51. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-64769-8_4
4. Nedelkoska L., Quintini G. (2018) Automation, skills use and training. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 202. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
5. OECD (2017) *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, Paris: OECD Publishing. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264271036-en>
6. Campilho R.D.S.G., Silva F.J.G. (2023) Industrial Process Improvement by Automation and Robotics. *Machines*, 11 (11), art. no. 1011. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines1111011>
7. Антипов Д.В., Ткаченко И.С. (2024) Исследование влияния роботизации процессов предприятий на показатели производственной системы. *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*, 1, 374–378. DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-374-375>
8. Jovith A.A., Ranganathan C.S., Priya S., Vijayakumar R., Kohila R., Prakash S. (2024) Industrial IoT Sensor Networks and Cloud Analytics for Monitoring Equipment Insights and Operational Data. *2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSPP)*, 1356–1361. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCSPP60870.2024.10543619>
9. Syafrudin M., Alfian G., Fitriyani N.L., Rhee J. (2018) Performance Analysis of IoT-Based Sensor, Big Data Processing, and Machine Learning Model for Real-Time Monitoring System in Automotive Manufacturing. *Sensors*, 18 (9), art. no. 2946. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18092946>

10. Убоженко Е.В., Крутева О.В., Вдовин С.А. (2021) Экономическое обоснование внедрения цифровой технологии «Интернет-вещей» в деятельность предприятия. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 11–1, 92–101. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1900>
11. Чачин П. (2017) Интернет вещей укрепляет позиции на российском рынке. *Электроника НТБ*, 5 (165), 142–149. DOI: <https://doi.org/10.22184/1992-4178.2017.165.5.142.149>
12. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Дрожжинов В.И., Куприяновская Ю.В., Иванов М.О. (2016) Интернет Вещей на промышленных предприятиях. *International Journal of Open Information Technologies*, 4 (12), 69–78.
13. Городнова Н.В., Шаблова Е.Г. (2024) Развитие промышленного интернета вещей в России: экономический анализ и правовые аспекты. *Экономика, предпринимательство и право*, 14 (6), 2753–2772. DOI: <https://doi.org/10.18334/epp.14.6.121163>
14. Rahul K., Banyal R.K., Arora N. (2023) A systematic review on big data applications and scope for industrial processing and healthcare sectors. *Journal of Big Data*, 10, art. no. 133. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40537-023-00808-2>
15. Королев О.Л., Апатова Н.В., Круликовский А.П. (2017) «Большие данные» как фактор изменения процессов принятия решений в экономике. *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 10 (4), 31–38. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.10403>
16. Массеров Д.Д., Массеров Д.А. (2022) Анализ, проблемы и возможности использования больших данных в городском хозяйстве. *Научное обозрение. Технические науки*, 6, 27–31. DOI: <https://doi.org/10.17513/srts.1416>
17. Чижов С.А., Суйц В.П. (2021) Факторы, влияющие на внедрение компаниями аналитики больших данных. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 6–1, 106–114. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1735>
18. Федорова Л.А., Ху Г., Хуан С., Землякова С.А. (2020) Применение технологий Big Data в деятельности современных предприятий. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 9–2, 322–329. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1337>
19. Кельчевская Н.Р. (2020) Использование больших данных в стратегическом управлении знаниями компании, следующей трендам Индустрии 4.0. *Лидерство и менеджмент*, 7 (3), 405–426. DOI: <https://doi.org/10.18334/lim.7.3.110662>
20. Владимиров И.В., Сидоров А.Ю., Вицентий А.В. (2023) Современное состояние рынка облачных технологий для бизнеса и промышленности. *Умная цифровая экономика*, 3 (2), 35–46.
21. Индык Д.С. (2018) Организационные аспекты использования облачных технологий в экономической деятельности предприятий. *Политехнический молодежный журнал*, 4 (21), art. no. 12. DOI: <https://doi.org/10.18698/2541-8009-2018-4-299>
22. Репина М.О. (2024) Развитие облачных технологий в России: архитектура решений и перспективы. *Вопросы инновационной экономики*, 14 (4), 1169–1190. DOI: <https://doi.org/10.18334/vines.14.4.121856>
23. Лобанов О.С., Минаков В.Ф., Артемьев А.В. (2014) Облачные технологии в исполнительных органах государственной власти Санкт-Петербурга. *Международный научно-исследовательский журнал*, 1–1 (20), 67–68.
24. Chen W., Men Y., Fuster N., Osorio C., Juan A.A. (2024) Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review. *Sustainability*, 16 (21), art. no. 9145. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219145>
25. Douaioui K., Oucheikh R., Benmoussa O., Mabrouki C. (2024) Machine Learning and Deep Learning Models for Demand Forecasting in Supply Chain Management: A Critical Review. *Applied System Innovation*, 7 (5), art. no. 93. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi7050093>
26. Giuffrida N., Fajardo-Calderin J., Masegosa A.D., Werner F., Steudter M., Pilla F. (2022) Optimization and Machine Learning Applied to Last-Mile Logistics: A Review. *Sustainability*, 14 (9), art. no. 5329. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095329>
27. Болотских М., Дорохова М. (2023) Искусственный интеллект в России – 2023: тренды и перспективы. *Яков и Партнёры*. [online] Available at: https://yakovpartners.ru/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlideralwny7xh4/20231218_AI_future.pdf [Accessed 18.02.2025]. (In Russian)
28. World Economic Forum (2023) Global Cybersecurity Outlook 2023. [online] Available at: <https://www.weforum.org/publications/global-cybersecurity-outlook-2023> [Accessed 01.11.2024]



29. Намиот Д.Е., Ильюшин Е.А. (2024) Искусственный интеллект в кибербезопасности: поиск вредоносного программного обеспечения. *International Journal of Open Information Technologies*, 12 (6), 143–149.
30. Кобзев В.В., Бабкин А.В., Скоробогатов А.С. (2022) Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях новой реальности. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>
31. Гамидуллаева Л.А. (2023) Промышленный кластер региона как локализованная экосистема: роль факторов самоорганизации и коллаборации. *π-Economy*, 16 (1), 62–82. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16105>
32. Митяева Н.В., Заводилов О.В. (2019) Барьеры цифровой трансформации и пути их преодоления. *Вестник Саратовского Государственного Социально-Экономического Университета*, 3 (77), 20–24.
33. Карикова А.С. (2023) Преодоление барьеров цифровой трансформации промышленных предприятий при помощи механизма выбора бизнес-модели. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 14 (1), 74–85. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2023-1-74-85>
34. Лола И.С., Бакеев М.Б. (2019) Цифровая трансформация в отраслях обрабатывающей промышленности России: результаты конъюнктурных обследований. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 35 (4), 628–657. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.407>
35. Chernysheva A., Kalygina V. (2020) Problems of Uneven Development of the Digital Economy in the Russian Regions. In: *Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development* (eds. S.I. Ashmarina, V.V. Mantulenko), 79, 974–982. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.03.141>
36. Щепина И.Н., Маслова М.И., Гоголева Т.Н. (2023) Анализ использования цифровых технологий в организациях российских регионов. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 1, 65–82. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10965>
37. *Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта* (2024) Аналитический доклад. М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации. [online] Available at: <https://ai.gov.ru/upload/iblock/ded/lylk7r3ntjjlg1qxruy3hf45i9uma6p.pdf> [Accessed 18.02.2025]. (In Russian)
38. Тодорович С. (2024) Цифровая трансформация как стратегия роста бизнеса: барьеры и перспективы для российских компаний. *Прогрессивная экономика*, 11, 75–86. DOI: https://doi.org/10.54861/27131211_2024_11_75
39. Казанбиева А.Х., Гасанова А.Д. (2024) Инновационные подходы к цифровой трансформации в современной промышленности России: перспективы и вызовы. *Вестник Академии знаний*, 3 (62), 215–223.
40. Мельников А.С., Калабина Е.Г. (2024) Барьеры распространения цифровых технологий в деятельности российских компаний: причины и последствия. *Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова*, 21 (6), 33–45. DOI: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2024-6-33-45>
41. Thordsen T., Murawski M., Bick M. (2020) How to Measure Digitalization? A Critical Evaluation of Digital Maturity Models. In: *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology. I3E 2020* (eds. M. Hattingh, M. Matthee, H. Smuts, I. Pappas, Y. Dwivedi, M. Mäntymäki), 12066, 358–369. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_30
42. Remane G., Hanelt A., Wiesboeck F., Kolbe L. (2017) Digital Maturity in Traditional Industries – an Exploratory Analysis. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 1–15.
43. Абдрахманова Г.И., Зинина Т.С., Киселёва Е.В., Нечаева Е.Г., Рудник П.Б., Фролов М.С. (2024) Цифровые технологии в бизнесе: практики и барьеры использования. *Мониторинг Цифровой Трансформации Бизнеса*, 1. DOI: https://doi.org/10.17323/ISSEK_BDTM_1
44. *The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform their Peers in Every Industry* (2017) Capgemini Consulting and MIT Sloan Management. [online] Available at: https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2014/04/189-The_Digital_Advantage__How_Digital_Leaders_Outperform_their_Peers_in_Every_Industry.pdf [Accessed 01.10.2024]
45. Aras A., Büyüközkan G. (2023) Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems*, 11 (4), art. no. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11040213>
46. Borissova D., Naidenov N., Yoshinov R. (2024) Digital Transformation Assessment Model Based on Indicators for Operational and Organizational Readiness and Business Value. In: *Advanced Research*

in *Technologies, Information, Innovation and Sustainability. ARTIIS 2023* (eds. T. Guarda, F. Portela, J.M. Diaz-Nafria), 1935, 457–467. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48858-0_36

REFERENCES

1. Kobara Y.M., Akpan I.J. (2023) Bibliometric Performance and Future Relevance of Virtual Manufacturing Technology in the Fourth Industrial Revolution. *Systems*, 11 (10), art. no. 524. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11100524>
2. Braña F.J. (2019) A fourth industrial revolution? Digital transformation, labor and work organization: a view from Spain. *Journal of Industrial and Business Economics*, 46, 415–430. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40812-019-00122-0>
3. Lee S., Jo D. (2021) Determinants of Technology-Based Self-Service Acceptance. In: *Data Science and Digital Transformation in the Fourth Industrial Revolution* (eds. J. Kim, R. Lee), 929, 39–51. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-64769-8_4
4. Nedelkoska L., Quintini G. (2018) Automation, skills use and training. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 202. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
5. OECD (2017) *The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business*, Paris: OECD Publishing. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264271036-en>
6. Campilho R.D.S.G., Silva F.J.G. (2023) Industrial Process Improvement by Automation and Robotics. *Machines*, 11 (11), art. no. 1011. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines1111011>
7. Antipov D.V., Tkachenko I.S. (2024) Investigation of the impact of robotization of enterprise processes on the performance of the production system. *News of the Tula State University. Technical sciences*, 1, 374–378. DOI: <https://doi.org/10.24412/2071-6168-2024-1-374-375>
8. Jovith A.A., Ranganathan C.S., Priya S., Vijayakumar R., Kohila R., Prakash S. (2024) Industrial IoT Sensor Networks and Cloud Analytics for Monitoring Equipment Insights and Operational Data. *2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 1356–1361. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCSP60870.2024.10543619>
9. Syafrudin M., Alfian G., Fitriyani N.L., Rhee J. (2018) Performance Analysis of IoT-Based Sensor, Big Data Processing, and Machine Learning Model for Real-Time Monitoring System in Automotive Manufacturing. *Sensors*, 18 (9), art. no. 2946. DOI: <https://doi.org/10.3390/s18092946>
10. Ubozhenko E.V., Kruteeva O.V., Vdovin S.A. (2021) Economic justification for the introduction of digital technology “Internet of Things” in the company’s activities. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]*, 11–1, 92–101. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1900>
11. Chachin P. (2017) Internet veshchei ukrepliaet pozitsii na rossiiskom rynke [Internet of Things Strengthens Positions on Russian Market]. *Electronics: Science, Technology, Business*, 5 (165), 142–149. DOI: <https://doi.org/10.22184/1992-4178.2017.165.5.142.149>
12. Kupriyanovsky V., Namiot D., Drozhzhinov V., Kupriyanovsky J., Ivanov M. (2016) Internet of Things in industrial plants. *International Journal of Open Information Technologies*, 4 (12), 69–78.
13. Gorodnova N.V., Shablova E.G. (2024) The development of the industrial Internet of Things in Russia: economic analysis and legal aspects. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 14 (6), 2753–2772. DOI: <https://doi.org/10.18334/epp.14.6.121163>
14. Rahul K., Banyal R.K., Arora N. (2023) A systematic review on big data applications and scope for industrial processing and healthcare sectors. *Journal of Big Data*, 10, art. no. 133. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40537-023-00808-2>
15. Korolev O.L., Apatova N.V., Krulikovskiy A.P. (2017) «Big data» as a factor in the change of decisionmaking processes in the economy. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 10 (4), 31–38. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.10403>
16. Masserov D.D., Masserov D.A. (2022) Analysis, challenges and opportunities for the use of big data in urban management. *Scientific Review. Technical Sciences*, 6, 27–31. DOI: <https://doi.org/10.17513/srts.1416>
17. Chizhov S.A., Suyts V.P. (2021) Factors influencing companies’ implementation of big data analytics. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 6–1, 106–114. DOI: <https://doi.org/10.17513/vaael.1735>

18. Федорова Л.А., Ху Г., Хуан С., Землякова С.А. (2020) Применение технологий Big Data в деятельности современных предприятий. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava [Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law]*, 9–2, 322–329. DOI: <https://doi.org/10.17513/vael.1337>
19. Kelchevskaya N.R., Kolyasnikov M.S. (2020) Big Data in strategic knowledge management for a company following Industry 4.0 trends. *Leadership and Management*, 7 (3), 405–426. DOI: <https://doi.org/10.18334/lim.7.3.110662>
20. Vladimirov I.V., Sidorov A.Yu., Vicentiy A.V. (2023) The current state of the market for cloud technologies for business and industry. *Smart Digital Economy*, 3 (2), 35–46.
21. Indyk D.S. (2018) Organizational aspects of using cloud technologies in the business activity of the enterprises. *Politechnical Student Journal of BMSTU*, 4 (21), art. no. 12. DOI: <https://doi.org/10.18698/2541-8009-2018-4-299>
22. Repina M.O. (2024) Development of cloud technology in Russia: solution architecture and prospects. *Russian Journal of Innovation Economics*, 14 (4), 1169–1190. DOI: <https://doi.org/10.18334/vinec.14.4.121856>
23. Lobanov O.S., Minakov V.F., Artemyev A.V. (2014) Cloud technologies in St. Petersburg's government. *Meždunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal (International Research Journal)*, 1–1 (20), 67–68.
24. Chen W., Men Y., Fuster N., Osorio C., Juan A.A. (2024) Artificial Intelligence in Logistics Optimization with Sustainable Criteria: A Review. *Sustainability*, 16 (21), art. no. 9145. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16219145>
25. Douaioui K., Oucheikh R., Benmoussa O., Mabrouki C. (2024) Machine Learning and Deep Learning Models for Demand Forecasting in Supply Chain Management: A Critical Review. *Applied System Innovation*, 7 (5), art. no. 93. DOI: <https://doi.org/10.3390/asi7050093>
26. Giuffrida N., Fajardo-Calderin J., Masegosa A.D., Werner F., Steudter M., Pilla F. (2022) Optimization and Machine Learning Applied to Last-Mile Logistics: A Review. *Sustainability*, 14 (9), art. no. 5329. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14095329>
27. Bolotskikh M., Dorokhova M. (2023) Iskusstvennyi intellekt v Rossii – 2023: trendy i perspektivy [Artificial Intelligence in Russia – 2023: Trends and Prospects]. *Iakov i Partnery [Jacob and Partners]*. [online] Available at: https://yakovpartners.ru/upload/iblock/c5e/c8t1wrkdne5y9a4nqlidcderalwny7xh4/20231218_AI_future.pdf [Accessed 18.02.2025]. (In Russian)
28. *World Economic Forum* (2023) Global Cybersecurity Outlook 2023. [online] Available at: <https://www.weforum.org/publications/global-cybersecurity-outlook-2023> [Accessed 01.11.2024]
29. Namiot D., Ilyushin E. (2024) Artificial Intelligence in Cybersecurity: Finding Malware. *International Journal of Open Information Technologies*, 12 (6), 143–149.
30. Kobzev V.V., Babkin A.V., Skorobogatov A.S. (2022) Digital transformation of industrial enterprises in the new reality. *π-Economy*, 15 (5), 7–27. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.15501>
31. Gamidullaeva L.A. (2023) Industrial cluster of the region as a localized ecosystem: the role of self-organization and collaboration factors. *π-Economy*, 16 (1), 62–82. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16105>
32. Mityaeva N.V., Zavodilo O.V. (2019) Barriers to digital transformation and ways to break them. *Vestnik Saratovskogo Gosudarstvennogo Sotsial'no-Ekonomicheskogo Universiteta [Bulletin of the Saratov State Social and Economic University]*, 3 (77), 20–24.
33. Karikova A.S. (2023) Overcoming the barriers to the digital transformation of industrial enterprises through the business model selection mechanism. *Strategic Decisions and Risk Management*, 14 (1), 74–85. DOI: <https://doi.org/10.17747/2618-947X-2023-1-74-85>
34. Lola I., Bakeev M. (2020) Digital Transformation in the Manufacturing Industries of Russia: an Analysis of the Business Tendencies Observations Results. *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 35 (4), 628–657. DOI: <https://doi.org/10.21638/spbu05.2019.407>
35. Chernysheva A., Kalygina V. (2020) Problems of Uneven Development of the Digital Economy in the Russian Regions. In: *Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development* (eds. S.I. Ashmarina, V.V. Mantulenko), 79, 974–982. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.03.141>
36. Shchepina I.N., Maslova M.I., Gogoleva T.N. (2023) Analysis of the use of digital technologies in organisations in the regions of Russia. *Eurasian Journal of Economics and Management*, 1, 65–82. DOI: <https://doi.org/10.17308/econ.2023.1/10965>
37. Indeks gotovnosti prioritetnykh otraslei ekonomiki Rossiiskoi Federatsii k vnedreniiu iskusstvennogo intellekta [Index of readiness of priority sectors of the Russian economy for the implementation of artificial intelligence] (2024) *Analiticheskii doklad [Analytical report]*. Moscow: *Natsional'nyi tsentr razvitiia*

iskusstvennogo intellekta pri Pravitel'stve Rossiiskoi Federatsii. [online] Available at: <https://ai.gov.ru/upload/iblock/ded/lylk7r3ntjjlg1qxrui3hf45i9uma6p.pdf> [Accessed 18.02.2025]. (In Russian)

38. Todorovic S. (2024) Digital transformation as a business growth strategy: barriers and prospects for Russian companies. *Progressive Economy*, 11, 75–86. DOI: https://doi.org/10.54861/27131211_2024_11_75

39. Kazanbieva A.Kh., Gasanova A.D. (2024) Innovative approaches to digital transformation in modern Russian industry: Prospects and challenges. *Bulletin of the Academy of Knowledge*, 3 (62), 215–223.

40. Melnikov A.S., Kalabina E.G. (2024) Barriers in Proliferating Digital Technologies at Russian Companies: Causes and Effects. *Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics*, 6, 33–45. DOI: <https://doi.org/10.21686/2413-2829-2024-6-33-45>

41. Thordsen T., Murawski M., Bick M. (2020) How to Measure Digitalization? A Critical Evaluation of Digital Maturity Models. In: *Responsible Design, Implementation and Use of Information and Communication Technology. I3E 2020* (eds. M. Hattingh, M. Matthee, H. Smuts, I. Pappas, Y. Dwivedi, M. Mäntymäki), 12066, 358–369. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_30

42. Remane G., Hanelt A., Wiesboeck F., Kolbe L. (2017) Digital Maturity in Traditional Industries – an Exploratory Analysis. *Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS)*, 1–15.

43. Abdrakhmanova G.I., Zinina T.S., Kiseleva E.V., Nechaeva E.G., Rudnik P.B., Frolov M.S. (2024) Tsifrovye tekhnologii v biznese: praktiki i bar'ery ispol'zovaniia [Digital technologies in business: practices and barriers to use]. *Monitoring Tsifrovoi Transformatsii Biznesa [Monitoring Digital Business Transformation]*, 1. DOI: https://doi.org/10.17323/ISSEK_BDTM_1

44. The Digital Advantage: How Digital Leaders Outperform their Peers in Every Industry (2017) *Capgemini Consulting and MIT Sloan Management*. [online] Available at: https://www.the-digital-insurer.com/wp-content/uploads/2014/04/189-The_Digital_Advantage__How_Digital_Leaders_Outperform_their_Peers_in_Every_Industry.pdf [Accessed 01.10.2024]

45. Aras A., Büyüközkan G. (2023) Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems*, 11 (4), art. no. 213. DOI: <https://doi.org/10.3390/systems11040213>

46. Borissova D., Naidenov N., Yoshinov R. (2024) Digital Transformation Assessment Model Based on Indicators for Operational and Organizational Readiness and Business Value. In: *Advanced Research in Technologies, Information, Innovation and Sustainability. ARTIIS 2023* (eds. T. Guarda, F. Portela, J.M. Diaz-Nafria), 1935, 457–467. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-48858-0_36

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

МЕЛЬНИКОВ Александр Сергеевич

E-mail: melnikov4work@gmail.com

Alexandr S. MELNIKOV

E-mail: melnikov4work@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6531-8912>

КАЛАБИНА Елена Георгиевна

E-mail: kalabina@mail.ru

Elena G. KALABINA

E-mail: kalabina@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3952-7665>

Поступила: 12.12.2024; Одобрена: 31.03.2025; Принята: 31.03.2025.

Submitted: 12.12.2024; Approved: 31.03.2025; Accepted: 31.03.2025.