

УДК 338.45

***ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ В
УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ***

Фомина И.В.

студент

*КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Калуга, Россия*

Воробьева В.Е.

студент

*КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,
Калуга, Россия*

Аннотация: В статье рассматриваются основные направления и этапы цифровой трансформации российской промышленности в условиях санкционного давления и геополитической нестабильности. Рассматривается эволюция государственной политики в сфере цифровизации, выделены ключевые этапы развития. На основе анализа статистических данных оценивается динамика внедрения технологий Индустрии 4.0.

Ключевые слова: Цифровая трансформация, Индустрия 4.0, технологический суверенитет, машинное зрение, промышленный интернет вещей, большие данные, цифровые двойники, генеративный ИИ, роботизация.

***DIGITAL TRANSFORMATION OF THE RUSSIAN INDUSTRY UNDER
SANCTIONS PRESSURE***

Fomina I. V.

Student

*BMSTU (National Research University) Kaluga Branch
Kaluga, Russia*

Vorobyova V. E.

Student

BMSTU (National Research University) Kaluga Branch

Kaluga, Russia

Annotation: The article examines the main directions and stages of digital transformation in the Russian industry in the context of sanctions pressure and geopolitical instability. The evolution of state policy in the field of digitalization is considered, and key stages of development are highlighted. Based on the analysis of statistical data, the dynamics of the implementation of Industry 4.0 technologies are assessed.

Keywords: Digital transformation, Industry 4.0, technological sovereignty, machine vision, industrial Internet of Things, big data, digital twins, generative AI, robotization.

Цифровая трансформация промышленности является одним из приоритетных направлений экономической политики России. В условиях геополитической нестабильности и санкционных ограничений вопрос достижения технологического суверенитета приобретает критическое значение.

Как отмечается в экспертном докладе «Цифровизация: от комфортной жизни до обеспечения промпроизводства», уход западных IT-компаний в 2022 году не привел к технологическому кризису - напротив, выступил катализатором внутреннего развития; для российских разработчиков открылось окно возможностей. Трансформация стала возможна благодаря сочетанию государственной стратегии и поддержки, локализации критических технологий и кооперации с бизнесом, а также наличию в России сильной математической и инженерной школы [13].

Стадии цифровой трансформации в России представлены на рис.1.



Рис.1 – Стадии цифровой трансформации в России

Источник: составлено автором по материалам: [13]

Представленная на рисунке 1 периодизация наглядно демонстрирует эволюцию цифровой трансформации России: от экспериментов 2000-х годов через создание институциональной базы и реализацию системных программ к современному этапу обеспечения технологического суверенитета. Определяющим фактором перехода к заключительному этапу стали санкционные ограничения 2022 года, которые не затормозили цифровизацию, а послужили стимулом для ее ускорения, сместив фокус с импортозамещения готовых решений на формирование собственных стандартов и организацию полного цикла производства критических технологий. Таким образом, в настоящее время Россия не просто адаптируется к внешним условиям, а целенаправленно формирует модель цифровой независимости, опираясь на ранее созданный фундамент и кадровый потенциал.

Цифровая трансформация промышленности базируется на концепции «Индустрия 4.0», которая предполагает интеграцию цифровых технологий в производственные процессы для создания «умных фабрик», способных к самоорганизации и адаптации. В российском контексте данная концепция

приобретает стратегическую значимость, что подтверждается национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации» и новым национальным проектом «Экономика данных и цифровая трансформация государства».

Развитие цифровых технологий в российской промышленности за последние годы свидетельствует о заметных тенденциях к их внедрению и расширению применения. На рис.2 представлена динамика внедрения цифровых технологий в российских промышленных компаниях.

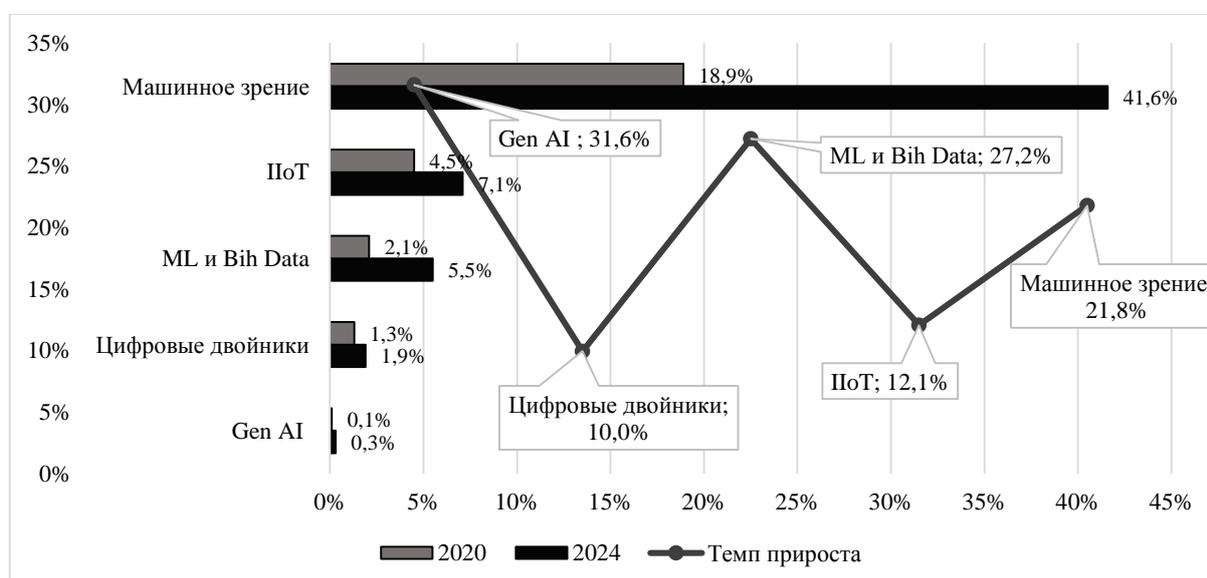


Рис.2 – Динамика внедрения цифровых технологий в российских промышленных компаниях

Источник: составлено автором по материалам: [9]

Анализ данных за 2020–2024 гг. свидетельствует о крайне неоднородной и противоречивой динамике внедрения цифровых технологий в российской промышленности. Наиболее впечатляющую динамику демонстрирует машинное зрение: доля предприятий, внедривших системы технического зрения, выросла с 18,9% в 2020 году до 41,6% в 2024-м. Машинное зрение особенно востребовано в металлургии, автомобилестроении и при контроле качества продукции. Российские разработки в данной области уже конкурируют с зарубежными

аналогами и активно замещают ушедшие решения. Сегмент промышленного интернета вещей увеличился с 4,5% до 7,1%, что связано с необходимостью удаленного мониторинга оборудования и предиктивной аналитики. По итогам 2024 года только 5,5% промышленных предприятий использовали решения на основе машинного обучения и больших данных. Уровень проникновения технологий цифровых двойников в российской промышленности в настоящее время не превышает 2%, что свидетельствует о начальной стадии их внедрения. Вместе с тем отечественные компании демонстрируют наличие конкурентоспособных разработок в данной области. Генеративный искусственный интеллект находится на начальной стадии использования, но высокие темпы прироста позволяют прогнозировать его активное распространение в ближайшие годы.

В целом представленные данные подтверждают, что российская промышленность находится в фазе активного освоения технологий Индустрии 4.0, при этом наибольший прогресс достигнут в направлениях, дающих быстрый экономический эффект и способствующих повышению операционной эффективности.

Далее перейдем к детальному рассмотрению каждого из ключевых направлений Индустрии 4.0.

Машинное зрение - это технология автоматизации производственных процессов, основанная на использовании оптико-электронного оборудования, ЭВМ и специализированного программного обеспечения [6]. Машинное зрение лежит в основе решений для автоматизации и оптимизации производственных процессов через обработку визуальных данных [9].

Внедрение технологий машинного зрения обеспечивает достижение ряда значимых экономических и производственных эффектов, среди которых: сокращение доли ручного труда на производствах, снижение уровня брака за счет превентивной дефектоскопии, повышение пропускной способности технологических линий и времени безотказной работы оборудования, а также

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМИ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

уменьшение производственного травматизма. Динамика внедрения систем машинного зрения российскими промышленными предприятиями представлена на рис. 3.

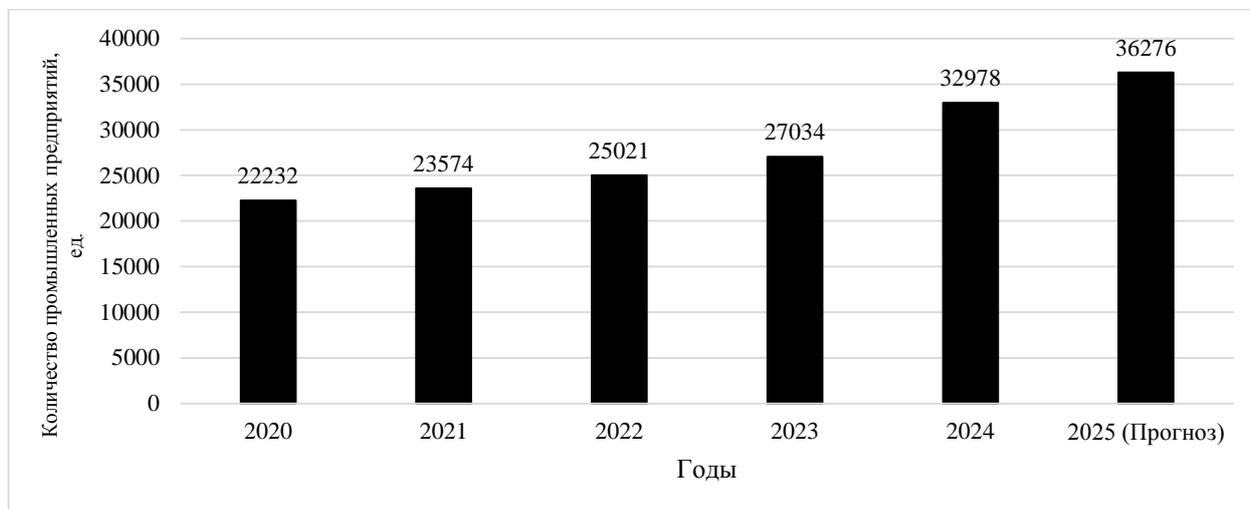


Рис.3 - Число промышленных предприятий, применяющих технологии машинного зрения в России, 2020-2024 гг.

Источник: составлено автором по материалам: [9]

За период с 2020 по 2024 год число организаций, применяющих технологии машинного зрения, возросло с 22232 до 36276 единиц, что соответствует приросту более чем на 63%. Данный рост свидетельствует об устойчивой положительной динамике и растущем интересе промышленного сектора к инструментам автоматизированного визуального контроля, что обусловлено как потребностью в повышении качества продукции, так и наличием конкурентоспособных отечественных разработок в данной области.

Промышленный интернет вещей - это сеть взаимосвязанных промышленных устройств, которые через интернет или локальные сети собирают, передают и анализируют данные в реальном времени без постоянного вмешательства человека [11]. Благодаря внедрению промышленного интернета вещей повышается энергоэффективность и сокращаются эксплуатационные расходы, растет производительность и эффективность использования ресурсов, а также происходит сокращение количества аварийных остановок.

Динамика внедрения технологий промышленного интернета вещей российскими промышленными предприятиями представлена на рис. 4. За период с 2020 по 2024 год число организаций, применяющих IoT-решения, увеличилось с 5157 до 5649 единиц, что свидетельствует об устойчивом, хотя и умеренном, росте.

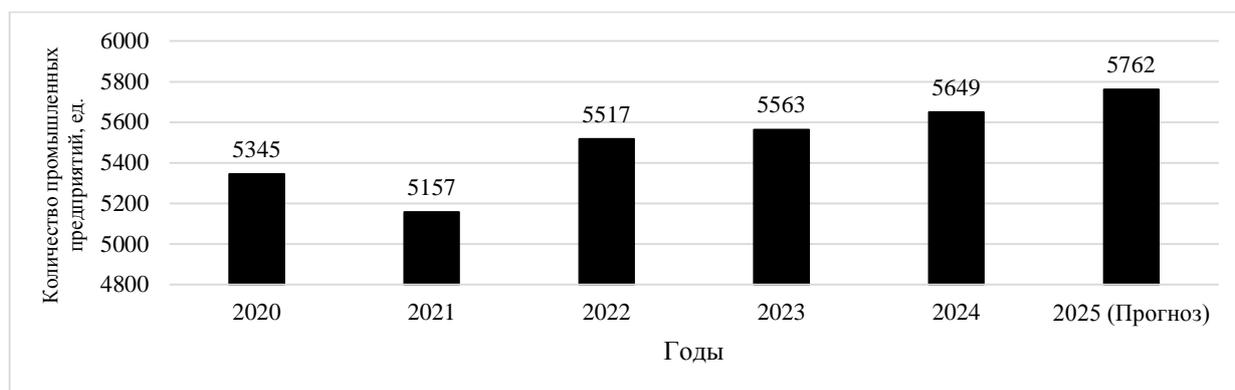


Рис.4 - Число промышленных предприятий, применяющих технологии промышленного IoT в России, 2020-2024 гг.

Источник: составлено автором по материалам: [9]

Машинное обучение – это класс алгоритмов и статистических моделей, которые на основе исторических данных самостоятельно выявляют закономерности, классифицируют события и строят прогнозы [7].

Большие данные - платформы и методики для непрерывного сбора, хранения и анализа высокообъёмных и разнородных потоков данных [4].

Внедрение технологий машинного обучения и анализа больших данных в промышленности обеспечивает достижение комплекса значимых экономических и производственных эффектов. Одним из ключевых результатов является сокращение незапланированных простоев оборудования, кроме того, достигается рост производительности и эффективности использования ресурсов благодаря оптимизации параметров технологических процессов и выявлению скрытых резервов. Наконец, системы машинного обучения обеспечивают повышение стабильности качества продукции и снижение уровня брака за счет

непрерывного контроля соответствия параметров заданным нормативам и оперативной корректировки режимов работы при обнаружении отклонений.

За период 2020–2024 гг. количество промышленных предприятий, внедряющих технологии больших данных, увеличилось с 2442 до 4347, то есть в 1,8 раза (рис.5). В относительном выражении доля таких предприятий в 2024 году достигла 5,5% от общего числа промышленных организаций, что свидетельствует о постепенном, но пока еще умеренном уровне проникновения данных технологий. Сохраняющаяся положительная динамика и прогнозируемый рост до 5043 предприятий в 2025 году указывают на устойчивый интерес промышленного сектора к аналитическим инструментам, однако для достижения масштабного эффекта требуется преодоление существующих барьеров.

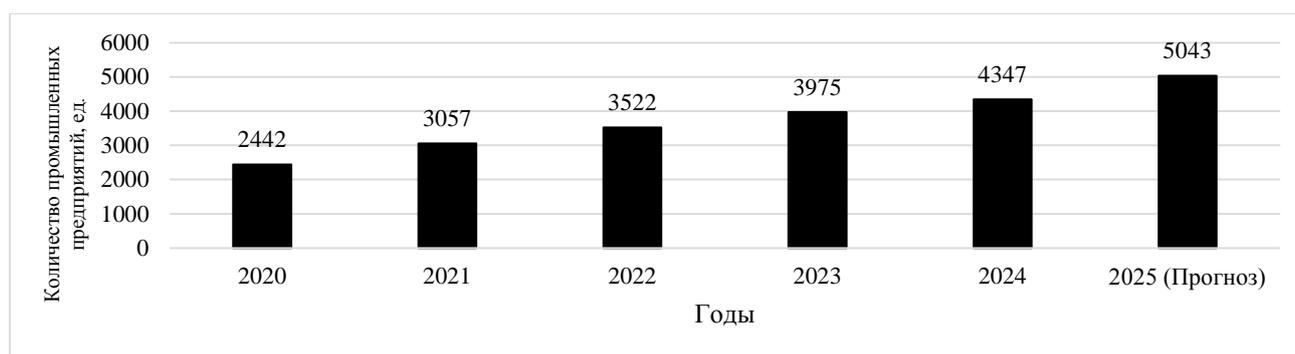


Рис.5 - Число российских промышленных предприятий, применяющих технологии больших данных, 2020-2024 гг.

Источник: составлено автором по материалам: [9]

Цифровой двойник - это виртуальная копия физического объекта, процесса или системы в цифровой среде, имитирующей реальные условия. Она способна отражать текущее состояние оригинала, анализировать его поведение и прогнозировать будущие изменения [3]. Этапы развития технологии приведены в таблице 1

Таблица 1 – Этапы развития технологии «Цифровой двойник»

Годы	Описание
До 2015 г	Статическая 3D-модель
2015-2023 гг.	Имитационная модель

2023-2027 гг.	Пилот цифрового двойника
2027-2033 гг.	Полноценный цифровой двойник

Источник: составлено автором по материалам: [9]

Представленная в таблице 1 периодизация отражает эволюцию технологий цифровых двойников от простых моделей к полноценным интегрированным системам. На начальном этапе цифровые модели выполняли преимущественно статическую функцию, ограничиваясь трехмерной визуализацией объектов без возможности моделирования процессов. В период 2015–2023 гг. произошел переход к имитационному моделированию, позволяющему прогнозировать поведение объектов на основе заложенных алгоритмов, однако без постоянной синхронизации с физическим производством. В настоящее время (2023–2027 гг.) отрасль находится на стадии пилотного внедрения, характеризующейся экспериментальной отработкой технологий на отдельных производственных участках.

По оценкам экспертов ГК «Цифра», на сегодняшний день в России не существует ни одного полностью внедренного цифрового двойника, а во всем мире любая такая система представляет собой, доработанную имитационную модель [2]. Появление полноценного цифрового двойника ожидается в 2027–2033 годах.

Генеративный искусственный интеллект - это класс алгоритмов ИИ, который способен создавать новые данные, имитирующие структуру и характеристики данных, на которых был обучен [9]. Число промышленных предприятий, использующих данную технологию приведено на рис.6.

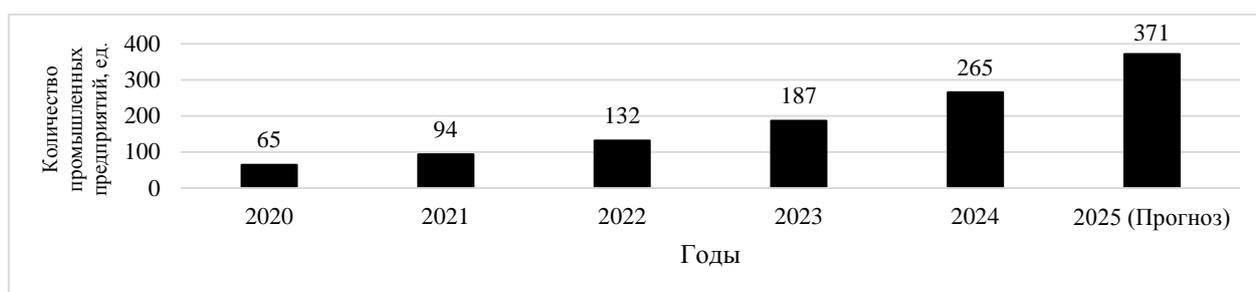


Рис.6 - Число российских промышленных предприятий, применяющих генеративный ИИ, 2020-2024 гг.

Источник: составлено автором по материалам: [9]

По данным рис.6, можно сделать вывод, что генеративный ИИ в России находится на начальной стадии роста, развиваясь в системах и методах обучения моделей.

Проведенный анализ свидетельствует о противоречивых тенденциях в цифровой трансформации российской промышленности: при значительных успехах в области машинного зрения и устойчивом росте использования промышленного интернета вещей и больших данных, такие перспективные направления, как цифровые двойники и генеративный искусственный интеллект, находятся на начальных стадиях развития. Подобная дифференциация объясняется как различной степенью зрелости технологий и сложностью их интеграции в существующие производственные процессы, так и наличием более ощутимого и быстрого экономического эффекта от внедрения систем визуального контроля и аналитики.

Одним из ключевых направлений промышленной трансформации выступает роботизация. Промышленная роботизация представляет собой процесс внедрения автоматизированных манипуляторов и роботизированных комплексов для выполнения производственных операций без участия человека или с минимальным его вмешательством. В отличие от рассмотренных выше цифровых технологий, которые преимущественно работают с информацией, роботизация обеспечивает физическую автоматизацию труда, позволяя замещать человека на тяжелых, опасных и монотонных операциях, повышать точность и скорость обработки, а также обеспечивать гибкость производства.

В 2024 г. Росстат запустил федеральное статистическое наблюдение, направленное на оценку использования промышленной робототехники в обрабатывающих производствах. В России в 2024 году парк промышленных роботов, применяемых в промышленности, вырос на 62,48 % и составил более 20 тысяч единиц (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели роботизации в РФ и разрезе федеральных округов

Федеральный округ	Количество роботов, ед.		Темп прироста 2024/2023, %
	2023	2024	
Центральный	4316	7440	72,38
Приволжский	4076	5739	40,80
Северо-Западный	2334	3298	41,30
Уральский	966	1646	70,39
Южный	476	1155	142,65
Сибирский	546	783	43,41
Северо-Кавказский	82	685	735,37
Дальневосточный	45	118	162,22
Российская федерация	12841	20864	62,48

Источник: составлено автором по материалам: [8]

Лидирует по количеству промышленных роботов Центральный федеральный округ, нарастивший за 2024 г. свой парк более чем на 3 тысяч ед. (+72% к 2023 г.). Более 70% этого роста обеспечили Москва (+28%), Московская (+26%) и Калужская (+16%) области [5].

Плотность роботизации в России в мировом сравнении остается низкой: 29 роботов на 10 тыс. работников, что ставит страну ориентировочно на 42-е место [12]. Разрыв с Португалией, занимающей 25 место, оценивается примерно в три раза.

В целях реализации Указа Президента России «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» был разработан и принят Национальный проект «Средства производства и автоматизации», реализуемый с 2025 по 2030 гг. [1].

Одна из задач национального проекта - обеспечить 25-е место РФ в мире по плотности роботизации [1]. Для достижения данной цели планируется создать к 2030 году во всех федеральных округах более 30 центров развития робототехники, которые будут стимулировать разработки отечественной робототехники и проводить аудит промышленных предприятий на предмет резервов для потенциальной роботизации.

Таким образом, Российская промышленность демонстрирует активную фазу цифровой трансформации, достигшую значительных успехов в внедрении

технологий машинного зрения, промышленного интернета вещей и больших данных, что способствует повышению операционной эффективности и конкурентоспособности предприятий. В то же время направления, такие как цифровые двойники и генеративный искусственный интеллект, находятся на начальных этапах развития, что обусловлено их сложностью и необходимостью масштабной интеграции. Значительная роль в процессе трансформации играет государственная стратегия и поддержка, а также локализация критических технологий и развитие кадрового потенциала. Важным аспектом является роботизация, которая, несмотря на текущий низкий уровень, получает активное развитие в рамках национальных программ, направленных на повышение плотности использования робототехники и достижение международных стандартов.

В целом, стратегия цифровой независимости России ориентирована на формирование технологического суверенитета, что позволяет стране не только адаптироваться к внешним вызовам, но и создавать условия для устойчивого инновационного развития и повышения своей технологической конкурентоспособности на мировой арене.

Библиографический список:

1. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 г. №309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»
2. Аналитики: развитие генеративного ИИ и цифровых двойников в РФ. URL: <https://vademec.ru/> (Дата обращения: 23.02.2026).
3. Аракчеев, Д. В. Концепция управления цифровой трансформацией экономической деятельности промышленных предприятий в условиях санкций / Д. В. Аракчеев, Ю. П. Анисимов // Регион: системы, экономика, управление. – 2024. – № 3(66). – С. 51-56.

4. Голубев, С. С. Экономика цифровизации промышленных предприятий : монография / С. С. Голубев, А. Г. Щербаков. - Москва: Первое экономическое издательство, 2022. - 232 с. - ISBN 978-5-91292-419-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1974289> (дата обращения: 18.02.2026).
5. Институт статистических исследований и экономики знаний URL: <https://issek.hse.ru/> (Дата обращения: 23.02.2026).
6. Машинное зрение для индустрии 4.0: новые возможности и барьеры на пути массового внедрения. URL: <https://www.secuteck.ru/> (Дата обращения: 24.02.2026).
7. Машинное обучение и большие данные. URL: <https://productstar.ru/> (Дата обращения: 21.02.2026).
8. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики // URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/154849?print=1> (Дата обращения: 23.02.2026).
9. Перспективные цифровые технологии в промышленности: драйверы, барьеры, сценарии применения URL: <https://strategy.ru/> (Дата обращения 22.02.2026)
10. Позднякова, А. О. Big Data, Data Science и Machine Learning, как новейшие тренды современности / А. О. Позднякова // Аллея науки. – 2022. – Т. 1, № 5(68). – С. 10-16.
11. Промышленный интернет вещей ПоТ URL: <https://1solution.ru/> (Дата обращения: 23.02.2026).
12. Рынок промышленной робототехники 2025 года: Россия и мир. URL: <https://ict.moscow/analytics/rynok-promyshlennoi-robototekhniki-2025-goda-rossiia-i-mir/> (Дата обращения: 24.02.2026).
13. Цифровизация: от комфортной жизни до обеспечения промпроизводства. URL: <https://национальныепроекты.пф/> (Дата обращения 22.02.2026)