

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ · DIGITALIZATION AND MANAGEMENT

Вестник МИРБИС. 2026. № 2 (46)'. С. 106–117
Vestnik MIRBIS. 2026; 2 (46)': 106–117

Научная статья
УДК: 338.45:332.1
DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.2.12

Цифровая трансформация металлургической промышленности как драйвер повышения адаптивности региональной экономики к внешним шокам

Оксана Юрьевна Кожукалова — Московский педагогический государственный университет (Москва, Россия).
koz hukalova_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-4998>

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена усилением внешних экономических шоков (санкционные ограничения, волатильность глобальных рынков, геополитическая нестабильность), в условиях которых металлургическая промышленность России, как ключевой сектор региональных экономик Урала, Сибири и Северо-Запада, сталкивается со снижением производства и необходимостью повышения адаптивности. Цифровая трансформация рассматривается как стратегический драйвер устойчивого развития отрасли и монопрофильных регионов. Цель исследования — обосновать роль цифровой трансформации металлургии как драйвера повышения адаптивности региональной экономики к внешним шокам. В рамках цели проанализированы динамика отрасли, инвестиции, технологии, уровень цифровой зрелости регионов, барьеры, драйверы и экономический эффект цифровизации. В ходе исследования использованы системный подход, сравнительный и экономико-статистический анализ, метод кейс-стади. Эмпирическая база включает данные Росстата, отчёты компаний (Северсталь, ММК, ТМК) и аналитику ведущих консалтинговых агентств. Полученные результаты позволяют автору утверждать, что цифровая трансформация металлургической промышленности России в условиях внешних шоков выполняет особую системообразующую функцию — функцию повышения адаптивности не только отдельных предприятий и отрасли в целом, но и всего регионального социально-экономического комплекса монопрофильных территорий. Обоснован авторский подход к цифровой трансформации как комплексному преобразованию производственно-экономической структуры регионов с акцентом на повышение их адаптивности. Предложены приоритетные направления развития с учётом перехода к Индустрии 5.0.

Ключевые слова: металлургическая промышленность, цифровизация, цифровая трансформация, технологии цифровой трансформации, цифровая зрелость, цифровой потенциал, Индустрия 4.0/5.0, внешние шоки

Для цитирования: Кожукалова О. Ю. Цифровая трансформация металлургической промышленности как драйвер повышения адаптивности региональной экономики к внешним шокам. DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.2.12 // Вестник МИРБИС. 2026; 2:106–117.

JEL: L52, L61, O33

Original article

Digital transformation of the metallurgical industry as a driver of increasing the adaptability of the regional economy to external shocks

Oksana Yu. Kozhukalova — Moscow Pedagogical State University (Moscow, Russia). koz hukalova_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-4998>

Abstract. The relevance of the study is due to the intensification of external economic shocks (sanctions restrictions, volatility of global markets, geopolitical instability), in which the metallurgical industry of Russia, as a key sector of the regional economies of the Urals, Siberia and the North-West, is faced with a decrease in production and the need to increase adaptability. Digital transformation is seen as a strategic driver of sustainable development in the industry and single-industry regions. The purpose of the study is to substantiate the role of digital transformation of metallurgy as a driver for increasing the adaptability of the regional economy to external shocks. Within the framework of the goal, the dynamics of the industry, investments, technologies, the level of digital maturity of the regions, barriers, drivers and the economic effect of digitalization are analyzed. The study used a systematic approach, comparative and economic-statistical analysis, the case-stage method. The empirical base includes Rosstat data, company reports (Severstal, MMK, TMK) and analytics of leading consulting agencies. The results obtained allow the author to assert that the digital transformation of the metallurgical industry of Russia in conditions of external shocks performs a special

system-forming function - the function of increasing the adaptability of not only individual enterprises and the industry as a whole, but also the entire regional socio-economic complex of single-industry territories. The author's approach to digital transformation as a comprehensive transformation of the production and economic structure of the regions with an emphasis on increasing their adaptability has been substantiated. Priority areas of development have been proposed, taking into account the transition to Industry 5.0.

Key words: metallurgical industry, digitalization, digital transformation, digital transformation technologies, digital maturity, digital potential, Industry 4.0/5.0, external shocks

For citation: Kozhukalova O. Yu. Digital transformation of the metallurgical industry as a driver of increasing the adaptability of the regional economy to external shocks.

DOI: 10.25634/MIRBIS.2026.2.12. *Vestnik MIRBIS*. 2026; 2:106–117 (in Russ.).

JEL: L52, L61, O33

Введение

Начиная с 2010-х годов мир вступил в новый этап промышленного развития — Industry 4.0, а позднее — Industry 5.0 (2020–2021 гг.). Этот переход запустил ускоренную цифровизацию промышленности, которая сегодня выступает важнейшим драйвером повышения конкурентоспособности и адаптивности экономики.

Металлургия является структурообразующей отраслью для многих регионов (Урал, Сибирь, Центральная Россия). В 2024 году индекс производства в металлургии составил 98,5 % к уровню 2023 года (103 %), из него производство чугуна, стали и ферросплавов — 94,6 % (в 2023 году — 104,5 %), производство стальных труб, полых профилей и фитингов — 94,4 % (в 2023 году — 101,2 %), литье металлов — 84,4 % (в 2023 году — 104,1 %)³. В 2025 году металлургическое производство сократилось еще на 2,1 % по сравнению с 2024 годом⁴. В 2026 году металлургия продолжает снижать объемы производства⁵. Одновременно на глобальном рынке наблюдается восстановление. Так, мировое производство стали в марте 2025 года достигло 166,1 млн тонн, увеличившись по сравнению с мартом 2024 г. на 2,9 %. Это уси-

ливает отставание российской отрасли от ключевых конкурентов — Китая, Индии и Турции⁶. Падение металлургического производства в России обусловлено комплексом факторов. Среди них эксперты отмечают жесткие санкционные ограничения, с связи с которыми произошло сокращение экспорта на 7,9 %, возникли проблемы с доступом к технологиям и логистике, снижение внутреннего потребления металла на 5,6 %, особенно в строительстве и энергетике, высокий износ производственных мощностей, требующий срочной модернизации, а также растущие экологические барьеры, например, европейский механизм CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism — механизм корректировки углеродных границ)⁷.

Региональные экономики, зависимые от металлургии, особенно уязвимы к внешним шокам в виде падения экспорта, логистических проблем, колебаний спроса. Цифровая трансформация позволяет диверсифицировать, повысить гибкость производства, переориентироваться на внутренний рынок, новые продукты и стимулировать смежные отрасли, такие как машиностроение,

1 © О. Ю. Кожукалова, Институт МИРБИС, 2026
Вестник МИРБИС, 2026, № 2(46), с. 106–117.

2 © O. Yu. Kozhukalova, Institute MIRBIS, 2026
Vestnik MIRBIS, 2026, # 2(46), pp. 106–117.

3 Промышленное производство в России. 2025 : Стат.сб. / Росстат, 2025. 250 с. Текст : электронный. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13225> (дата обращения: 05.03.2026).

4 Росстат: в 2025 году металлургическое производство снизилось на 2,1 % год к году. Текст : электронный // Металлоснабжение и сбыт : официальный сайт. 10 февраля 2026 г. URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/181194> (дата обращения: 07.05.2026).

5 Спад черной металлургии в апреле 2026: падение производства и труб / П. Трифонова. Текст : электронный // Коммерсантъ: сетевое издание. 12.05.2026. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8654117> (дата обращения: 14.05.2026).

6 Металлургическая отрасль в России: крупнейшие производители стали : [аналитические материалы] / Деловой профиль, 2025. 13 с. Текст : электронный. URL: https://delprof.ru/upload/iblock/4ef/DelProf_Analitika_Metallurgicheskaya-otrasl.pdf (дата обращения: 07.05.2026).

7 Там же.

строительство, ВПК. Актуальность темы обусловлена усилением внешних шоков для российской экономики (геополитические риски, санкции, волатильность рынков), высокой зависимостью ряда регионов от металлургического комплекса и необходимостью перехода к новой модели развития на основе цифровых технологий. Цифровая трансформация позволит повысить операционную эффективность, гибкость и устойчивость отрасли, что напрямую повлияет на социально-экономическую стабильность регионов [Кетоева 2026].

Цель данного исследования — обосновать цифровую трансформацию металлургической промышленности России как драйвера повышения адаптивности региональной экономики к внешним шокам и предложить практические рекомендации по ее реализации.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

1. Проанализировать производственную динамику металлургической промышленности России в 2022–2025 годах и выявить влияние внешних экономических шоков на отраслевые показатели.
2. Оценить масштаб и структуру инвестиций в цифровую трансформацию металлургических предприятий России за исследуемый период.
3. Систематизировать ключевые технологии цифровой трансформации (ИИ, промышленный IoT, цифровые двойники, робототехника, облачные MES/ERP-системы) и определить их вклад в повышение адаптивности производственных систем.
4. Выявить региональную дифференциацию уровня цифровой зрелости металлургических предприятий в разрезе федеральных округов и определить лидирующие металлургические кластеры.
5. Идентифицировать барьеры и драйверы цифровой трансформации металлургии в условиях санкционного давления и импортозамещения программного обеспечения.
6. Количественно оценить экономический эффект от внедрения цифровых решений на ведущих металлургических предприятиях (ММК, «Северсталь», ТМК, «Металлоинвест»).

7. Определить перспективные направления развития цифровой трансформации металлургии России в контексте перехода к концепции Индустрии 5.0.

Обзор литературы

Цифровизация и цифровая трансформация, хотя и связанные, но разные по содержанию процессы. В научных публикациях встречаются различные подходы к определению понятия «цифровизация». Некоторые авторы предлагают различать это понятие применительно к направлениям исследования (экономика и управление, социальная сфера, нормативно-правовое регулирование, бизнес, государство, наука и др.) [Катрин 2019, 50–51; Кондратьева 2022, 138]. Большинство исследователей подходят к определению с универсальной точки зрения, без строгой привязки к объекту исследования и сферы научных интересов, и справедливо, на наш взгляд, определяют цифровизацию как перевод аналоговой информации в цифровую форму, подчеркивая при этом, что на современном этапе она выступает «трендом мирового развития» [Фомичёва 2019, 80; Гадецкий 2020, 24; Молдован 2023, 296]. Положительное влияние цифровизации на общество связывают, как правило, со снижением издержек и повышением эффективности производства, с автоматизацией и ускорением бизнес-процессов, созданием новых рабочих мест и ростом производительности труда, повышением гибкости и оптимизацией процессов, увеличением прозрачности бизнес-операций.

Как считает С. Погудин, речь о цифровизации экономики может идти только тогда, когда инновационные технологии проникают во все социально-экономические процессы и охватывают всю цепочку общественного производства и государственного управления. При этом, по его мнению, целью цифровизации должна быть стратегическая трансформация всех секторов общественной жизни¹.

Цифровая трансформация — глубокий и комплексный процесс качественных изменений в бизнес-процессах и моделях деятельности [Цифровая трансформация отраслей 2021, 14]. Эту точку зрения поддерживают результаты исследования А. О. Темникова, который в ходе анали-

1 Цифровизация в экономике: что это, плюсы и минусы / С. Погудин. Текст : электронный // Финанс : официальный сайт инвестиционной компании. 13.01.25, обновлено 05.02.25. URL: <https://www.finam.ru/publications/item/tsifrovizatsiya-v-ekonomike-cto-eto-plyusy-i-minusy-20250113-2105/> (дата обращения: 11.04.2026).

за множества определений понятия «цифровая трансформация» выделил четыре ее аспекта: инструменты (цифровые технологии), получаемые эффекты, направления изменений (бизнес-модели, бизнес-процессы, ценность для потребителя), радикальность изменений. В ходе дальнейшего теоретического исследования он делает вывод о том, что, если на ранних этапах научного осмысления цифровая трансформация рассматривалась как процесс внедрения информационных технологий в производственную деятельность, то впоследствии стали доминировать подходы к рассмотрению этого явления как к фундаментальному процессу улучшения всей модели бизнеса с использованием цифровых технологий [Темников 2023, 223, 225].

Как известно, любая бизнес-модель имеет внутреннюю и внешнюю среды. Следовательно, цифровая трансформация должна охватывать все сегменты цепочки создания добавленной стоимости и ценности для потребителя.

Как полагают некоторые исследователи, цифровая трансформация также требует формирование цифровой культуры [Абрамов 2022, 6], которая становится современной формой корпоративной культуры, устанавливающей новые формы отношений и ориентированной на гибкость и инновации.

Понимание цифровой трансформации как «фундаментального процесса улучшения всей модели бизнеса» может быть распространено на национальную экономическую модель, включая отраслевые и региональные модели. В процессах цифровизации и цифровой трансформации ключевое значение приобретает адаптивность систем, то есть их способность в ответ на внешние изменения перестраиваться, проявлять гибкость, при этом сохраняя внутреннюю устойчивость, целостность и целевую направленность [Никонова 2020, 167].

В современных условиях повышенной неопределенности внешней среды приобретает адаптивность региональной экономики к ее изменениям. Фактором такой адаптивности можно рассматривать цифровую трансформацию региональной экономики. Она определяется тремя ключевыми факторами: технологической готовностью хозяйствующих субъектов, наличием цифровой инфраструктуры в регионе и качеством человеческого капитала. В металлургических регионах России

(Уральский (УрФО), Северо-Западный (СЗФО), Сибирский (СФО), частично Центральный (ЦФО)) цифровая трансформация отрасли является системообразующим элементом адаптивности всего регионального хозяйственного комплекса.

Концепция Индустрии 4.0 базируется на интеграции киберфизических систем, промышленного интернета вещей, больших данных и облачных вычислений в единую интеллектуальную производственную среду. Зарождающаяся концепция Индустрии 5.0 смещает акцент на синергию человека и интеллектуальных машин, ориентируясь на устойчивость и жизнестойкость производственных систем. Стратегическая цель цифровизации металлургического производства состоит не в замещении человеческого труда автоматизированными системами, а в создании новой производственной синергии, при которой цифровые инструменты многократно умножают производительность и качество принимаемых решений.

Таким образом, на основе критического анализа существующих подходов автор предлагает уточненное авторское определение цифровой трансформации применительно к ресурсным регионам России.

Под цифровой трансформацией металлургической промышленности автор понимает комплексное и системное преобразование производственно-экономической структуры предприятий, отраслевых комплексов и регионов за счёт глубокой интеграции цифровых технологий, кардинального пересмотра бизнес-моделей, производственных процессов, продуктового портфеля и корпоративной культуры с целью существенного повышения адаптивности региональной экономики к внешним шокам (санкционным ограничениям, волатильности глобальных рынков, логистическим и экологическим барьерам).

Отличительной особенностью предлагаемого подхода является смещение акцента с уровня отдельного предприятия или отрасли на уровень региональной экономической системы, особенно в монопрофильных металлургических регионах (УрФО, СФО, СЗФО, частично ЦФО). В отличие от большинства существующих определений, ориентированных преимущественно на повышение эффективности и конкурентоспособности бизнеса, авторское понимание акцентирует стратегическую роль цифровой трансформации

как ключевого механизма обеспечения устойчивости и адаптивности территориальных социально-экономических систем в условиях высокой неопределенности внешней среды и геополитических рисков.

Методологические основы

Методологическую основу исследования составляет комплекс общенаучных и специальных методов экономического анализа, обеспечивающий системность, объективность и достоверность полученных результатов.

Теоретико-методологическую базу работы составили труды отечественных и зарубежных учёных по проблемам цифровой трансформации промышленности, Industry 4.0/5.0, адаптивности региональных экономических систем, а также официальные статистические данные и отраслевые аналитические отчёты.

Для решения поставленных задач использовался следующий методический инструментарий:

1. Методы анализа и синтеза, индукции и дедукции — для декомпозиции процесса цифровой трансформации на отдельные составляющие (технологическую, инвестиционную, организационную и региональную) и последующего обобщения результатов.
2. Системный подход — как основной метод исследования, позволивший рассматривать металлургическое предприятие как открытую социально-экономическую систему, интегрированную в региональный хозяйственный комплекс.
3. Сравнительный (компаративный) метод — при анализе динамики производственных показателей отрасли в 2022–2025 годах, а также при сопоставлении уровня цифровой зрелости металлургических предприятий в разрезе федеральных округов.
4. Методы классификации и систематизации — для группировки ключевых технологий цифровой трансформации и структурирования барьеров и драйверов цифровизации.
5. Экономико-статистические методы (горизонтальный и вертикальный анализ, расчёт индексов, темпов роста, структурных сдвигов) —

для оценки динамики производства, инвестиций в цифровизацию и экономической эффективности внедряемых решений.

6. Методы экспертных оценок и кейс-стади — при изучении опыта ведущих предприятий отрасли (ПАО «Северсталь», ПАО «ММК», ТМК, «Металлоинвест»).

Эмпирической базой исследования послужили:

- официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат);
- отраслевые статистические сборники и отчёты World Steel Association;
- годовые и устойчивого развития отчёты крупнейших металлургических компаний России;
- аналитические материалы консалтинговых компаний («Яков и Партнёры», Boston Consulting Group, T1 Консалтинг, «Технологии доверия», RDN Group);
- результаты открытых экспертных опросов и отраслевых исследований 2023–2025 годов.

Уровень цифровой зрелости предприятий оценивался на основе комплексного подхода, учитывающего не только количество внедрённых технологий, но прежде всего степень их интеграции в сквозные производственные процессы и вклад в ключевые экономические показатели (EBITDA, производительность труда, OTIF, снижение издержек, экологические параметры). Анализ проводился на трёх взаимосвязанных уровнях: микроуровне (отдельное предприятие), мезоуровне (региональный металлургический кластер) и макроуровне (отрасль в целом).

Такой методологический инструментарий позволил комплексно обосновать роль цифровой трансформации металлургии как стратегического фактора повышения адаптивности региональных экономик в условиях внешних шоков.

Результаты исследования

Для оценки адаптивности отрасли необходимо прежде всего проанализировать динамику ключевых производственных показателей. Период 2022–2024 годов характеризовался разнонаправленными тенденциями в объемах выпуска продукции (таблица 1).

Таблица 1. Производство основных видов продукции металлургического производства России в 2020–2024 гг. (млн т)

Показатель	Год					Темп роста 2024/2020, %
	2020	2021	2022	2023	2024	
Чугун зеркальный и передельный в чушках, болванках или в прочих первичных формах	52,0	53,8	51,6	54,2	51,2	93,7

Показатель	Год					Темп роста 2024/2020, %
	2020	2021	2022	2023	2024	
Сталь нелегированная в слитках или в прочих первичных формах и полуфабрикаты из нелегированной стали	58,8	62,1	55,8	59,3	55,1	150,0
Сталь нержавеющая в слитках или прочих первичных формах и полуфабрикаты из нержавеющей стали	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	106,1
Сталь легированная прочая в слитках или в прочих первичных формах и полуфабрикаты из прочей легированной стали	14,8	15,4	16,1	15,4	15,7	96,9
Прокат готовый	61,7	65,9	61,4	64,5	59,8	118,3
Трубы, профили пустотелые и их фитинги стальные	10,9	11,2	13,2	13,6	12,9	93,7

Источник: таблица автора по данным¹



Рис. Темпы роста производства основных видов продукции металлургического производства России (в процентах к предшествующему году)

Источник: рисунок автора по данным²

Как следует из таблицы 1 и рисунка, в 2021 году в металлургическом производстве наблюдался рост объемов производства по всем видам продукции. В 2022 году отрасль претерпела значительный спад в таких видах производства как чугун зеркальный и передельный (95,9 % к 2021 году), сталь нелегированная (89,9 %), прокат готовый (93,2 %). В 2023 году ситуация стабилизировалась, производство увеличилось по всем видам производственной деятельности, за исключением производства стали легированной (95,7 % к 2022 году). В 2024 году во всех видах про-

изводства, за исключением стали легированной и стали нержавеющей, наблюдалось снижение производства. По сравнению с 2020 годом темпы роста отрасли в 2024 году по таким видам деятельности как производство чугуна зеркального и передельного, стали легированной, труб, профилей пустотелых и их фитингов стальных имели отрицательное значение. Приведенные данные свидетельствуют о колебаниях объемов производства. Основные причины колебаний связаны с сокращением спроса в строительном секторе, машиностроении и энергетике, изменением сто-

1 Промышленное производство. Производство основных видов продукции в натуральном выражении (годовые данные с 2017 года — в соответствии с ОКПД2) // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/enterprise_industrial (дата обращения: 11.04.2026).

2 Там же.

имости сырья, экологическими требованиями и геополитическими факторами.

Металлургия России сосредоточена в нескольких промышленных кластерах: Уральском (Свердловская, Челябинская области), Центральном (ЦФО) и Сибирском (СФО), которые в совокупности обеспечивают более 85 % выпуска готового проката. Именно в этих регионах цифровая трансформация оказывает наибольшее влияние на адаптивность экономических систем.

Одним из ключевых индикаторов цифровой трансформации является динамика инвестиций в информационные технологии. По итогам 2024 года в топ-5 отраслей с наибольшими затратами на цифровизацию вошла металлургия. Затраты металлургических компаний на цифровизацию составили 121 млрд рублей с ростом на 9% по сравнению с 2023 годом.

Среди лидеров отраслевой цифровизации особо выделяется ПАО «Северсталь», которое в 2024 году инвестировало 10 млрд рублей в ИТ- и digital-проекты и в 2025 году увеличило этот пока-

затель до 13 млрд рублей с ростом по сравнению с 2024 годом на 30 %, а в 2026 году запланированы инвестиции в эти проекты на сумму 15 млрд рублей. Инвестиции ММК в цифровые решения и сервисы за 2021–2024 годы составили 3,9 млрд рублей и на 2025 год утвердил бюджет на цифровизацию в размере 2,6 млрд рублей. Около 40 % компаний металлургического комплекса планируют дальнейший рост инвестиций в цифровизацию производства. Нарастание инвестиций в цифровую среду металлургического комплекса повышает его импортнезависимость, конкурентоспособность и устойчивость к внешним экономическим шокам, поскольку с помощью цифровых инструментов обеспечивается гибкость производственного планирования и снижаются транзакционные издержки.

Адаптивность предприятий обеспечивается внедрением комплекса технологий Индустрии 4.0, которые вносят различный вклад в гибкость производственных систем (таблица 2).

Таблица 2. Технологии цифровой трансформации в металлургии России и их влияние на адаптивность, 2022–2025 гг.

Технология	Уровень внедрения (2024 г.)	Экономический эффект	Вклад в адаптивность
1	2	3	4
ИИ и предиктивная аналитика	Высокий (>50 % крупных предприятий)	Точность прогнозирования закупочных цен — 97 %	Снижение рисков, оптимизация запасов
Промышленный IoT	Высокий	Сбор данных в режиме реального времени	Оперативное реагирование на сбои
Цифровые двойники	Средний (30 % предприятий)	Уменьшение поля допуска по параметрам продукции в 2+ раза	Моделирование производственных сценариев
Робототехника / RPA	Средний	Экономический эффект ММК за 2024 г. — >660 млн руб.	Производительность труда, снижение брака
Облачные ERP/MES системы	Средний	Рост OTIF до 85 % на ММК в 2022 г.	Оперативно-календарное планирование
Импортонезависимое ПО	Растущий (35 % ПО — отечественное)	Снижение технологических рисков	Независимость от внешних поставщиков

Источник: таблица автора по данным¹.

Особый интерес представляет опыт Трубной металлургической компании (ТМК): внедрение

1 Цифровизация в ММК // Tadviser : сайт. 02.03.2026. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%B2_%D0%9C%D0%9C%D0%9A (дата обращения: 07.05.2026); Обзор состояния цифровизации горно-металлургической отрасли в России – 2023 / М. Бучнев, А. Черникова // Технология доверия : сайт. URL: <https://tedo.ru/metals-mining-digitalization> (дата обращения: 12.05.2026); Как цифровые двойники повышают эффективность металлургии и горной добычи / Г. Чернышов // РБК: сайт. 22.01.2026. URL: <https://companies.rbc.ru/news/RdgCSAO6tH/kak-tsifrovyye-dvoyniki-povyishayut-effektivnost-metallurgii-i-gornoj-dobychi/> (дата обращения: 12.05.2026)

технологии цифровых двойников позволило за два года уменьшить поле допуска по толщине труб более чем в два раза, что непосредственно отразилось на прибыли предприятия. Данный кейс наглядно демонстрирует, как цифровые решения трансформируют не только технологические, но и экономические параметры производства.

Внедрение технологий промышленного интернета вещей и систем автоматизированного управления производством формирует принципиально новую операционную среду металлургического предприятия, в которой решения принимаются на основе данных в реальном времени, а не на основе запаздывающей отчетности [Палаткина 2023, 46]. Именно этот принцип лежит в основе повышения адаптивности: предприятие, оперирующее актуальными данными, способно значительно быстрее реагировать на рыночные изменения.

Согласно исследованию, проведенному «Т1 Консалтинг», металлургическая отрасль вошла в топ-3 российских индустрий по уровню цифровизации. Более 50 % предприятий используют технологии умного производства. Из числа опрошенных металлургических компаний 93 % применяют искусственный интеллект, аналитику больших данных, продвинутую аналитику и машинное обучение, 60 % — интернет вещей, сети нового поколения и системы геопозиционирования, 53 % — специализированные мобильные устройства для сотрудников, мобильные бизнес-приложения, 47 % — цифровые двойники, 40 % — робототехнику и автоматизацию. Одним из ключевых драйверов цифровизации металлургии выступила ESG-стратегия. Стремясь к ее выполнению, предприятия внедряли технологии цифрового производства, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду, а также на укрепление своей репутации и повышение конкурентоспособности на мировом рынке [Прохорова и др. 2023, 67]. Согласно экспертным оценкам, отечественная металлургическая отрасль достигла относительно высокого уровня цифровизации и перешла к этапу полной цифровой трансформации.

Наибольшего уровня цифровой зрелости достигли предприятия Северо-Западного ФО, прежде всего «Северсталь» (Череповец, Вологодская область), и Уральского ФО — ММК (Магнитогорск, Челябинская область) (рис. 2). Уральский регион

формирует особый металлургический кластер, в котором цифровые технологии создают синергетический эффект для всей региональной экономической системы.

Геополитические события 2022 года одновременно усилили как барьеры, так и стимулы цифровой трансформации предприятий российской металлургии. Исследование компании «Технологии доверия» показало, что 67 % представителей горно-металлургических компаний столкнулись со сложностями при реализации ИТ-проектов из-за ограничения доступа к иностранным решениям; 81 % — отмечают несовместимость российского ПО/оборудования с существующей в компании ИТ-инфраструктурой, 63 % — испытывают потребность в дополнительных затратах для осуществления проекта по импортозамещению.

Согласно исследованию RDN Group, проведенному в конце 2025 года, 75 % металлургических компаний России связывают достижение конкретной экономической эффективности через цифровизацию. При этом 66,7 % компаний сообщали, что российское ПО уже занимает от 25 % до 50 % в их ИТ-ландшафте. Это свидетельствует о качественном сдвиге в сфере создания отечественных информационных технологий и активизации программ импортозамещения. Переход металлургических предприятий на отечественные программные решения является не только вынужденной мерой, но и долгосрочным фактором повышения технологической независимости и устойчивости производственных систем к внешним воздействиям.

Количественная оценка влияния цифровой трансформации на адаптивность металлургических предприятий возможна через ряд измеримых показателей. По оценке Boston Consulting Group, цифровизация в металлургии может обеспечить увеличение выпуска металла на 3–5 %, продление срока службы основных средств производства на 8–10 % и сокращение потребления топлива на 5–10 %.

На всемирном экономическом форуме (2019) управляющий директор и старший партнер «Boston Consulting Group» Ивонн Чжоу с коллегой выступили на ежегодном собрании новых чемпионов с докладом, посвященном цифровизации в сталелитейной и металлургической промышленности. Они отметили, что преимущества переведенной в цифровой формат цепоч-

ки создания стоимости включают увеличение результата операционной деятельности де- показателя EBITDA на 2–4 %. Согласно иссле- монстрируют хорошее финансовое состояние. дованию компании «Яков и Партнёры», цифро- Ниже систематизированы ключевые барьеры и визация обеспечивает прирост EBITDA более, драйверы цифровой трансформации горно-ме- чем на 3 % в каждой третьей горно-металлур- таллургической отрасли России в 2022–2025 го- гической компании в России. Это говорит о том, дах (таблица 3). что российские металлургические компании по

Таблица 3. Барьеры и драйверы цифровой трансформации горно-металлургической отрасли России

Барьеры	Драйверы
Ограниченный доступ к иностранному ПО и оборудованию (67% предприятий)	Государственная поддержка (Государственная программа «Цифровая экономика РФ», Стратегия развития металлургической промышленности РФ на период до 2030)
Несовместимость российского ПО/оборудования с существующей в компании ИТ-инфраструктурой (81%)	Импортозамещение (санкционное давление стимулирует развитие собственных технологий). Рост внутреннего рынка ИТ-решений для промышленности в 2025 г. (+17,5%)
Потребность в дополнительных затратах для осуществления проекта по импортозамещению (63%). Нехватка инвестиций (33%)	Необходимость снижения себестоимости в условиях падения цен на сталь
Рост сложности решений (43%)	Развитие новых бизнес-моделей (цифровой инжиниринг, цифровой консалтинг)
Недостаток компетенций (40%)	Потребность в обеспечении промышленной безопасности
Недостаток инициатив в воронке (24%)	Ужесточение экологических требований (ESG)
Бюрократизация процессов (39%)	Повышение эффективности как фактор сохранения конкурентоспособности. Доказанный экономический эффект от цифровизации (>3% EBITDA)

Источник: таблица автора по данным¹

Предприятия металлургического комплекса рублей, из которых только в 2024 году — более начинают получать отдачу на вложенные инве- 660 млн рублей; по результатам 2025 года ожи- стиции в цифровизацию производства. Так, эконо- дается получить еще 2 млрд рублей. Благодаря номический эффект, полученный в 2024 году от внедрению автоматизированной системы опе- цифровизации на предприятиях ЕВРАЗ, составил ративно-календарного планирования показа- 5,8 млрд рублей². В ПАО «ММК» суммарный эконо- тель OTIF (своевременность и полнота испол- номический эффект от цифровых и роботизиро- нения поставки) в 2022 году достиг 85 %³, что ванных решений с 2019 года превысил 1,2 млрд является максимальным показателем среди ме-

1 [Прохорова 2023, 67]; Обзор состояния цифровизации горно-металлургической отрасли в России – 2023 / М. Бучнев, А. Черникова // Технология доверия : сайт. URL: <https://tedo.ru/metals-mining-digitalization> (дата обращения: 12.05.2026); Цифровизация горно-металлургической отрасли России в 2024 году / Н. Натрусов, И. Садардинов, С. Емельченков; Яков и Партнёры; ГК «Цифра», 2024. 20 с. URL: <https://bytemag.ru/wp-content/uploads/2024/05/yaip-cifrovizaciya-gorno-metallurgicheskoi-otrasli-rossii-v-2024.pdf> (дата обращения: 12.05.2026); Цифровая трансформация металлургии: от мониторинга данных до беспилотных грузовиков // СофтлайнРешения : сайт. 02.02.2024. URL: <https://softline.ru/about/blog/cifrovaya-transformaciya-metallurgii-ot-monitoringa-dannyh-do-bespilotnyh-gruzovikov> (дата обращения: 07.05.2026); От инноваций к эффективности: как изменились цифровые приоритеты металлургов в 2025–2026 годах / А. Кулюдо // Atrex.ru : сайт. 21.11.2025. URL: <http://atrex.ru/press/p564263.html> (дата обращения: 07.05.2026).

2 ЕВРАЗ оценил эффекты цифровизации по итогам 2024 года // Добывающая промышленность : подкаст журнала. 26.03.2025. URL: <https://dprom.online/metallurgy/evraz-otsenil-effekty-tsifrovizatsii-po-itogam-2024-goda/> (дата обращения: 07.05.2026).

3 По итогам 2025 года накопительный эффект роботизации в Группе ММК составит 2 млрд рублей // ПАО ММК : официальный сайт компании. 08.07.2025. URL: <https://mmk.ru/ru/press-center/news/po-itogam-2025-goda-nakopitelnyy-effekt-robotizatsii-v-gruppe-mmk-sostavit-2-mlrd-rublej/> (дата обращения: 07.05.2026).

таллургических предприятий России.

Обсуждения

Полученные результаты позволяют автору утверждать, что цифровая трансформация металлургической промышленности России в условиях внешних шоков выполняет особую системообразующую функцию — функцию повышения адаптивности не только отдельных предприятий и отрасли в целом, но и всего регионального социально-экономического комплекса монопрофильных территорий.

В отличие от большинства предыдущих исследований, сосредоточенных преимущественно на микроуровне (отдельное предприятие) или отраслевом мезоуровне с акцентом на операционную эффективность и конкурентоспособность, в настоящей работе впервые комплексно обосновывается роль цифровой трансформации именно как стратегического драйвера адаптивности региональной экономики ресурсных территорий (УрФО, СЗФО, СФО) в условиях санкционных ограничений, волатильности рынков и геополитической нестабильности.

Такой регионально-ориентированный подход расширяет традиционное понимание цифровой трансформации и позволяет рассматривать ее не только как технологический процесс, но и как важнейший механизм обеспечения устойчивого развития монопрофильных регионов в условиях высокой внешней турбулентности.

Заключение (Выводы)

Проведенное исследование подтвердило, что цифровая трансформация металлургической промышленности России выступает значимым драйвером повышения адаптивности региональных экономик к внешним шокам. Несмотря на санкционные ограничения и снижение производственных показателей в 2022 и 2024 годах, отрасль демонстрирует устойчивость, во многом обусловленную активным внедрением цифровых технологий.

Ключевыми результатами работы являются:

- обоснование авторского подхода к цифровой трансформации как комплексному преобразованию производственно-экономической структуры регионов с акцентом на повышение их адаптивности;

- выявление высокой региональной дифференциации уровня цифровой зрелости металлургических предприятий (лидерами выступают Северо-Западный и Уральский федеральные округа);
- количественная оценка экономического эффекта цифровизации, подтверждающая прирост EBITDA более чем на 3 % у каждой третьей горно-металлургической компании;
- систематизация барьеров и драйверов цифровой трансформации в условиях импортозамещения и ESG-повестки.

Отличительной особенностью исследования является расширение традиционного понимания цифровой трансформации (ориентированного преимущественно на уровень предприятия) на мезоэкономический (региональный) уровень, что особенно актуально для монопрофильных металлургических территорий.

Полученные результаты имеют практическое значение для органов регионального управления и руководства металлургических компаний. Рекомендуются приоритетное развитие следующих направлений: масштабирование ИИ-решений и цифровых двойников, ускоренное импортозамещение критически важного промышленного ПО, формирование региональных центров компетенций в области промышленной цифровизации, а также развитие государственно-частного партнёрства в создании цифровой инфраструктуры.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой количественной модели оценки влияния цифровой трансформации на адаптивность региональной экономики, а также с изучением социально-экономических эффектов Индустрии 5.0 в ресурсных регионах России.

Таким образом, цифровая трансформация металлургии в современных условиях выступает не только инструментом повышения эффективности производства, но и стратегическим фактором обеспечения устойчивого развития монопрофильных регионов и всей национальной экономики в условиях высокой внешней турбулентности.

Список источников

Абрамов, В. И. Взаимозависимость этапов цифровой трансформации и изменения корпоративной культуры компании / В. И. Абрамов, А. А. Туйцына. DOI: 10.47581/2022/IE.1.59.01. EDN: VNAOOV // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2022; 1:5–15. DOI: 10.47581/2022/IE.1.59.01. EDN: VNAOOV.

- Гадецкий, В. Г. Особенности цифровизации на муниципальном уровне / В. Г. Гадецкий, А. А. Корякина. EDN: CPPRRRC // Вестник ГГУ. 2020; 5:23–30. eISSN: 2713-2587.
- Катрин, Е. В. «Цифровизация»: научные подходы к определению термина // Вестник Забайкальского государственного университета = Transbaikalian State University Journal. 2022. Т. 28, № 5. С. 49–54. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-5-49-54. EDN: LPWVIC. ISSN: 2227-9245; eISSN: 2500-1728.
- Кетоева, Н. Л. Влияние цифровой трансформации экономики на эффективность управления промышленным потенциалом страны / Н. Л. Кетоева, Е. Б. Гончарова, Е. М. Насонов. DOI: 10.52176/2304831X_2026_01_156. EDN: OSHAA // Муниципальная академия = Municipal Academy. 2026; 1:156-164. ISSN: 2304-831X.
- Кондратьева, М. Н. Цифровизация: исследование основных терминов / М. Н. Кондратьева, А. В. Комакина. DOI: 10.34773/EU.2022.3.25. EDN: HNJLZY // Экономика и управление: научно-практический журнал = Economics and Management: Research and Practice Journal. 2022; 3:134–139. ISSN: 2072-8697.
- Молдован, А. А. Особенности цифровизации и цифровой трансформации, их теоретические аспекты и различия. EDN: GYBFTA // E-Scio. 2023; 7:293–299. eISSN: 2658-6924.
- Никонова, А. А. Синтез адаптивных систем в нестабильной среде. DOI: 10.18184/2079-4665.2020.11.2.162-178. EDN: GBGOMR // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие) = MIR (Modernization. Innovation. Research). 2020; 11(2):162–178. ISSN: 2079-4665; eISSN: 2411-796X.
- Палаткина, Л. В. Основы цифровизации металлургического производства. Волгоград : ВолГТУ, 2023. 61 с.
- Прохорова, И. С. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации / И. С. Прохорова, В. С. Устинов, А. В. Елхова. DOI: 10.26425/1816-4277-2023-12-44-52. EDN: CXWVMZ // Вестник университета. 2023; 12:44-52. ISSN: 1816-4277; eISSN: 2686-8415.
- Темников, А. О. Современные подходы к определению термина «цифровая трансформация». DOI: 10.23672/SAE.2023.22.28.001. EDN: XYPXAC // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2023; 3:222-229. ISSN: 2220-2404; eISSN: 2221-1373.
- Фомичева, Т. В. Ценности россиян в контексте цифровизации российской экономики / Т. В. Фомичева, В. И. Катаева. DOI: 10.24411/1999-9836-2019-10067. EDN: EPENMS // Уровень жизни населения регионов России = Living Standards of the Population in the Regions of Russia. 2019; 2:80–84. ISSN: 1999-9836; eISSN: 2713-3397.
- Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021 / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская [и др.]. Москва : Высшая школа экономики, 2021. 239 с. ISBN: 978-5-7598-2510-4. EDN: WPPBQJ.

References

- Abramov, V. I. Vzaimozavisimost' etapov tsifrovoy transformatsii i izmeneniya korporativnoy kul'tury kompanii [Interdependence of the Stages of Digital Transformation and Changes in the Company's Corporate Culture]. By V. I. Abramov, A. A. Tuitsyna. DOI: 10.47581/2022/IE.1.59.01. EDN: VNAOOV. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*. 2022; 1:5–15. DOI: 10.47581/2022/IE.1.59.01. EDN: VNAOOV (in Russ.).
- Gadetsky, V. G. Osobennosti tsifrovizatsii na munitsipal'nom urovne [Features of Digitalization at the Municipal Level]. By V. G. Gadetsky, A. A. Koryakina. EDN: CPPRRRC. *Vestnik GGU*. 2020; 5:23–30. eISSN: 2713-2587 (in Russ.).
- Katrin, E. V. "Tsifrovizatsiya": nauchnyye podkhody k opredeleniyu termina "Digitalization": Scientific Approaches to Defining the Term. *Transbaikalian State University Journal*. 2022. Vol. 28, No. 5. pp. 49–54. DOI: 10.21209/2227-9245-2022-28-5-49-54. EDN: LPWVIC. ISSN: 2227-9245; eISSN: 2500-1728 (in Russ.).
- Ketoeva, N. L. Vliyaniye tsifrovoy transformatsii ekonomiki na effektivnost' upravleniya promyshlennym potentsialom strany [The Impact of the Digital Transformation of the Economy on the Efficiency of Managing the Country's Industrial Potential]. By N. L. Ketoeva, E. B. Goncharova, E. M. Nasonov. DOI: 10.52176/2304831X_2026_01_156. EDN: OSHAA. *Municipal Academy*. 2026; 1:156-164. . ISSN: 2304-831X.
- Kondratieva, M. N. Tsifrovizatsiya: issledovaniye osnovnykh terminov [Digitalization: A Study of Key Terms]. By M. N. Kondratieva, A. V. Komakhina. DOI: 10.34773/EU.2022.3.25. EDN: HNJLZY. *Economics and Management: Research and Practice Journal*. 2022; 3:134–139. ISSN: 2072-8697 (in Russ.).
- Moldovan, A. A. Osobennosti tsifrovizatsii i tsifrovoy transformatsii, ikh teoreticheskiye aspekty i razlichiya [Features of Digitalization and Digital Transformation, Their Theoretical Aspects and Differences]. EDN: GYBFTA. *E-Scio*. 2023; 7:293–299. eISSN: 2658-6924 (in Russ.).

- Nikonova, A. A. Sintez adaptivnykh sistem v nestabil'noy srede [Synthesis of Adaptive Systems in an Unstable Environment]. DOI: 10.18184/2079-4665.2020.11.2.162-178. EDN: GBGOMR. *MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2020; 11(2):162–178. ISSN: 2079-4665; eISSN: 2411-796X (in Russ.).
- Palatkina, L. V. Osnovy tsifrovizatsii metallurgicheskogo proizvodstva [Fundamentals of Digitalization of Metallurgical Production]. Volgograd : VolGTU Publ., 2023. 61 p. (in Russ.).
- Prokhorova, I. S. Tsifrovaya zrelost' metallurgicheskoy otrasli Rossii: drayvery i problemy rosta v novykh geopoliticheskikh usloviyakh. Chast' II. Klyuchevyye napravleniya tsifrovoy transformatsii [Digital Maturity of the Russian Metallurgical Industry: Drivers and Challenges of Growth in New Geopolitical Conditions. Part II. Key Directions of Digital Transformation]. By I. S. Prokhorova, V. S. Ustinov, A. V. Elkhova. DOI: 10.26425/1816-4277-2023-12-44-52. EDN: CXWVMZ. *Vestnik universiteta*. 2023; 12:44-52. ISSN: 1816-4277; eISSN: 2686-8415 (in Russ.).
- Temnikov, A. O. Sovremennyye podkhody k opredeleniyu termina "tsifrovaya transformatsiya" [Modern Approaches to Defining the Term "Digital Transformation"]. DOI: 10.23672/SAE.2023.22.28.001. EDN: XYPXAC. *Gumanitarnyye, sotsial'no-ekonomicheskiye i obshchestvennyye nauki*. 2023; 3:222-229. ISSN: 2220-2404; eISSN: 2221-1373 (in Russ.).
- Fomicheva, T. V. Tsennosti rossiyan v kontekste tsifrovizatsii rossiyskoy ekonomiki [Values of Russians in the Context of Digitalization of the Russian Economy]. By T. V. Fomicheva, V. I. Kataeva. DOI: 10.24411/1999-9836-2019-10067. EDN: EPENMS. *Living Standards of the Population in the Regions of Russia*. 2019; 2:80–84. ISSN: 1999-9836; eISSN: 2713-3397 (in Russ.).
- Tsifrovaya transformatsiya otrasley: startovyye usloviya i priority* [Digital Transformation of Industries: Starting Conditions and Priorities] : Report for the XXII April International Scientific Conference on Economic and Social Development, Moscow, April 13-30, 2021. By G. I. Abdrakhmanova, K. B. Bykhovsky, N. N. Veselitskaya [et al.]. Moscow : Higher School of Economics Publ., 2021. 239 p. ISBN: 978-5-7598-2510-4. EDN: WPPBQJ (in Russ.).

Информация об авторе:

Кожукалова Оксана Юрьевна — кандидат экономических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет». (МПГУ), ул. Каретный Ряд, 2, Москва, 127006, Россия. ИИН: 7704077771.

Information about the authors:

Kozhukalova Oksana Yu. — Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Moscow Pedagogical State University, 2 Karetny Ryad St., Moscow, 127006, Russia.

Статья поступила в редакцию 18.05.2026; одобрена после рецензирования 02.06.2026; принята к публикации 26.06.2026.
The article was submitted 05/18/2026; approved after reviewing 06/02/2026; accepted for publication 06/26/2026.