

# Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации

Прохорова Инна Сергеевна<sup>1</sup>

Канд. экон. наук, доц. каф. экономики и управления в строительстве  
ORCID: 0000-0001-8132-7184, e-mail: is\_prokhorova@guu.ru

Устинов Василий Сергеевич<sup>2,3</sup>

Канд. экон. наук, ст. науч. сотр., доц. каф. менеджмента  
ORCID: 0000-0003-3394-0843, e-mail: ustinovvs@gmail.com

Елхова Анна Валерьевна<sup>1</sup>

Магистрант  
ORCID: 0000-0002-5307-6274, e-mail: elhovaa@gmail.com

<sup>1</sup>Государственный университет управления, г. Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук, г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Московская международная высшая школа бизнеса «МИРБИС» (Институт), г. Москва, Россия

## Аннотация

В настоящей статье продолжены исследования перспектив достижения цифровой зрелости в металлургической отрасли Российской Федерации как одного из драйверов цифровизации российской экономики. Результаты анализа показали, что металлургический бизнес обладает высоким инновационным потенциалом роста цифровой зрелости. Во второй части исследуется применение технологий Индустрии 4.0 в отечественной металлургии на примере лидеров отрасли по цифровизации. Цель исследования – определение направлений цифровой трансформации в металлургии для достижения цифровой зрелости в новых геополитических условиях на основе оценки инновационной активности лидеров отрасли. Объектом исследования являются российские металлургические компании (драйверы технологического развития отрасли). Предметом исследования выступает процесс цифровой трансформации металлургических компаний в условиях экономических санкций. Методология исследования строится на оценке инновационной активности. Методы исследования включают индикативный, сравнительный, статистический анализы. Проведена оценка влияния введенных в 2022 г. экономических санкций на цифровую трансформацию в отрасли, определены проблемы и подходы к их решению. Результаты исследования продемонстрировали значительный потенциал металлургической отрасли для достижения цифровой зрелости за счет высокой инновационной активности лидеров отрасли, несмотря на санкции. Ключевыми направлениями цифровой трансформации являются цифровые двойники, машинное зрение и искусственный интеллект, создание маркетплейсов металлопродукции и вторичного сырья, что соответствует тенденции глобальной цифровизации. Данная работа является продолжением статьи «Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть I. Оценка инновационного потенциала цифровой трансформации».

## Ключевые слова

Цифровая зрелость, цифровая трансформация, цифровая экономика, цифровизация, металлургия, инновационный потенциал, инновационная активность, Индустрия 4.0

**Для цитирования:** Прохорова И.С., Устинов В.С., Елхова А.В. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть II. Ключевые направления цифровой трансформации // Вестник университета. 2023. № 12. С. 44–52.

© Прохорова И.С., Устинов В.С., Елхова А.В., 2023.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



# Digital maturity of the Russian metallurgical industry: drivers and challenges of growth in new geopolitical conditions. Part II. Key directions of digital transformation

**Inna S. Prokhorova**<sup>1</sup>

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Economics and Management in Construction Department  
ORCID: 0000-0001-8132-7184, e-mail: is\_prokhorova@guu.ru

**Vasily S. Ustinov**<sup>2,3</sup>

Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Assoc. Prof. at the Management Department  
ORCID: 0000-0003-3394-0843, e-mail: ustinovvs@gmail.com

**Anna V. Elkhova**<sup>1</sup>

Graduate Student  
ORCID: 0000-0002-5307-6274, e-mail: elhovaa@gmail.com

<sup>1</sup>State University of Management, Moscow, Russia

<sup>2</sup>The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Moscow International Higher Business School MIRBIS (Institute), Moscow, Russia

## Abstract

The article continues the research on the prospects of achieving digital maturity in Russian metallurgical industry as one of the digitalization drivers of the Russian economy. The analysis results showed that the metallurgical business has a high innovative potential for the digital maturity growth. The second part examines the application of Industry 4.0 technologies in domestic metallurgy by the example of industry leaders in digitalization. The purpose study is to determine the directions of digital transformation in metallurgy to achieve digital maturity in new geopolitical conditions based on the innovative activity assessment of industry leaders. The study object is Russian metallurgical companies (technological development of the industry) drivers. The study subject is the digital transformation process of metallurgical companies in the conditions of economic sanctions. The research methodology is based on the innovation activity assessment. The research methods include indicative, comparative, and statistical analyses. The impact of the economic sanctions imposed in 2022 on the digital transformation in the industry has been assessed, problems and approaches to their solution have been identified. The study results demonstrated the significant potential of the metallurgical industry to achieve digital maturity due to the high innovative activity of industry leaders, despite the sanctions. The key areas of digital transformation are digital twins, machine vision and artificial intelligence, the creation of metal products and secondary raw materials marketplaces, which corresponds to the global digitalization trend. This paper is a continuation of the article “The digital maturity of the Russian metallurgical industry: drivers and growth challenges in the new geopolitical environment. Part I. Assessment of the innovation potential of digital transformation”.

## Keywords

digital maturity, digital transformation, digital economy, digitalization, metallurgy, innovation potential, innovation activity, Industry 4.0

**For citation:** Prokhorova I.S., Ustinov V.S., Elkhova A.V. (2023) Digital maturity of the Russian metallurgical industry: drivers and challenges of growth in new geopolitical conditions. Part II. Key directions of digital transformation. *Vestnik universiteta*, no. 12, pp. 44–52.

© Prokhorova I.S., Ustinov V.S., Elkhova A.V., 2023.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



## ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением статьи «Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть I. Оценки инновационного потенциала цифровой трансформации» [1].

Главным способом достижения эффективности цифровой экономики становится внедрение технологий обработки данных, что позволит уменьшить затраты при производстве товаров и оказании услуг [2]. Цифровая трансформация отечественных компаний в контексте перехода к Индустрии 4.0 касается в первую очередь стратегических преобразований в бизнесе и организационной структуре для ускорения корпоративных процессов принятия решений и адаптации к происходящим изменениям. Это относится как к процессам повышения эффективности в проектировании, производстве, обслуживании, продажах и маркетинге, так и к основной деятельности отдельных структурных подразделений [3].

Металлургия является одной из ключевых отраслей обрабатывающей промышленности в ведущих экономиках мира. Роль металлургии в экономике состоит, прежде всего, в обеспечении потребностей страны в качественных материалах (в виде литья, проката, труб, готовых металлических изделий), потребляемых главным образом в строительстве и машиностроении. Металлургия играла и продолжает играть важную роль в обеспечении национальной безопасности и в индустриальном освоении новых территорий. Инновационная активность металлургических предприятий по реализации стратегии цифровой трансформации бизнеса является критически важным условием для надежного и эффективного функционирования базовых отраслей экономики Российской Федерации (далее – РФ). С этим объектом исследования в данной части комплексного анализа цифровой зрелости металлургической отрасли выступают ведущие предприятия отрасли, являющиеся драйверами технологического развития отрасли.

Цель исследования состоит в установлении приоритетов цифровой трансформации в металлургии для достижения цифровой зрелости в новых геополитических условиях на основе оценки инновационной активности лидеров отрасли. Предметом исследования является процесс цифровой трансформации металлургических компаний в условиях действия масштабных экономических санкций. Методология исследования базируется на оценке инновационной активности ведущих предприятий отрасли с применением индикативного, сравнительного и статистического методов анализа.

## ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ РОССИЙСКИХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Оценка инновационной активности предприятий металлургии будет базироваться на выявлении количества внедряемых цифровых инноваций (прежде всего Индустрии 4.0) в бизнес-процессах, а также результативности их использования для отрасли.

Российские металлургические компании в 2022 г. совокупно выплавляли 71,5 млн т стали, из которых около 90 % приходится на шесть компаний-лидеров – «ЕВРАЗ плас», «Новолипецкий металлургический комбинат» (далее – НЛМК), «Северсталь», «Магнитогорский металлургический комбинат» (далее – ММК), «Холдинговая компания „МЕТАЛЛОИНВЕСТ“» (далее – Металлоинвест) и «Мечел» [4]. Эти компании, являясь ориентированными не только на внутренний, но и на внешний рынки, обязаны активно использовать цифровые технологии в совокупности с разработкой цифровых стратегий для поддержания своей конкурентоспособности. Действительно, в последнее время металлургия и перечисленные компании, в частности, активно участвуют в исследованиях и разработках, направленных на повышение производственной эффективности, совершенствование безопасности на объектах, улучшение экологической безопасности в совокупности с работой с заинтересованными сторонами.

В частности, НЛМК повсеместно внедряет инновации и информационные технологии (далее – ИТ), начиная от организационной культуры, контроля производства и заканчивая проверкой поставок и процессом снабжения. С 2018 г. НЛМК первым в Содружестве Независимых Государств перешло на ИТ-платформу SAP для реализации решений Индустрии 4.0: внедрение машинного обучения, облачных хранилищ и интернета вещей [5]. Применение данных технологий значительно повышает гибкость компании, ускоряет бизнес-процессы и позволяет достигать операционной эффективности. При этом с 2018 г. запускались проекты «Цифровой карьер» и «Прогнозирование движения денежных средств». «Цифровой карьер» – это 3D-модель планов горных работ, созданная для снижения затрат на добычу железной руды, а также для планирования его оптимальной разработки на 40 лет

вперед. С 2020 г. группа НЛМК занялась созданием центра обработки и анализа данных, полученных с помощью беспилотных летательных аппаратов, для повышения эффективности производственных процессов в области качества добычи руды, состояния производственных дорог и сокращения расхода топлива, а также отслеживания теплопотерь зданий и сооружений [5]. Кроме того, с 2021 г. активно применяется технология машинного зрения для оценки качества поставок сырья, позволяющая снизить затраты на сырье и материалы в качестве экономического эффекта, а также повысить эффективность контроля качества продукции со стороны поставщиков [6]. Ключевыми эффектами от внедрения новой технологии стали снижение уровня выбросов и сокращение затрат на производство продукции в связи с повышением качества исходного сырья. Для экологического мониторинга используется видеоаналитика эмиссий в атмосферу на основе машинного зрения: цвет и состав выбросов автоматически сравниваются с эталоном, и в случае нарушений происходит информирование сотрудников о необходимости наладки производственного процесса. Для повышения производительности также был создан автоматизированный склад запчастей на основе SAP: система автоматически ведет учет каждой складской единицы, оценивает оптимальное размещение материалов и планирует действия техники и персонала. Цифровизация складских операций позволила не только сократить время снабжения запчастями и расходными материалами внутренних ремонтных цехов в четыре раза, но и отказаться от бумажного документооборота и исключить человеческий фактор при формировании, а также обработке заказов [7].

ММК совместно с активным использованием цифровых технологий для повышения операционной эффективности разработало Стратегию цифровизации на период до 2025 г., которая, по внутренней оценке, должна принести свыше 6 млрд руб. чистого приведенного дохода [8]. Цифровая трансформация затрагивает все бизнес-процессы ММК: от контроля качества закупок сырья и процесса выплавки до взаимодействия с клиентами, для которых существует приложение «Клиент ММК», позволяющее отслеживать передвижение заказов [8]. Широкое распространение получает на ММК цифровизация транспорта: проводятся опытные испытания беспилотных автосамосвалов на технологических маршрутах. Внедряется автоматизированная инвентаризация складских запасов угля с помощью беспилотных летательных аппаратов. Особое внимание уделяется технологиям в сфере промышленной безопасности: «Цифровой рабочий» – это автоматизированная система безопасности, которая предотвращает нахождение персонала в опасных зонах. Масштабы развития роботизации ММК подтверждает исследование компании Deloitte: в начале 2021 г. компания входила в 4 % долю российских предприятий с максимально высоким уровнем роботизации [9]. На данный момент внедрен программный робот для взаимодействия с поставщиками, который обрабатывает входящую электронную почту, выполняет проверку статуса отправки грузовых вагонов по базам «РЖД», информирует специалистов о результатах проверки и формирует отчеты. Еще одним примером применения технологий Индустрии 4.0 является внедрение рекомендательного сервиса Yandex Data Factory, основанного на принципах машинного обучения и позволяющего оптимизировать расход ферросплавов и добавочных материалов при производстве стали: сервис помогает сэкономить в среднем до 5 % расхода ферросплавов [8].

Компания «ЕВРАЗ плс» также демонстрирует высокую экономическую эффективность результатов цифровой трансформации: внедрение цифровых проектов началось в 2018 г., а прибыль от внедрения уже по итогам 2020 г. составила 20 млн долл. США, в 2021 г. – уже 100 млн долл. США [10]. Основные направления цифровой трансформации приходятся на производственный процесс из-за специфики отрасли: цифровые двойники, машинное зрение, продвинутая аналитика. За счет применения цифровых технологий были достигнуты такие эффекты, как сокращение простоев по причине прорывов ленточного полотна на 50 % (благодаря видеоаналитике целостности конвейерных лент), снижение содержания кремния в чугуне за счет системы мониторинга и прогнозирования содержания кремния. Как и другие металлургические компании, «ЕВРАЗ плс» внедряет «цифрового помощника мастера» – систему, анализирующую эффективность работы бригады по показателям производительности, которая позволит выявить наилучшие технологические процессы и применить их к «отстающим» бригадам [10].

«Северсталь», являясь флагманом черной металлургии РФ, вносит весомый вклад в реализацию федеральных проектов «Цифровые технологии» и «Искусственный интеллект»: по версии Национального рейтинга «Наш вклад», компания вошла в число представителей крупного бизнеса, наиболее существенно содействующих реализации национальных проектов [11]. Компания, по мнению многих представителей промышленности, является лидером по цифровой трансформации в отечественной металлургии. В первую очередь «Северсталь» создало гибридное хранилище данных Data Lake, на основе которого

строит все свои ИТ-решения, а также активно использует искусственный интеллект и машинное обучение для повышения производительности агрегатов. Кроме того, внедрены собственные разработки по распознаванию дефектов металла на основе нейросети. Как и другие представители отрасли, «Северсталь» направляет цифровые технологии в промышленную безопасность: нейросеть и алгоритмы компьютерного зрения отслеживают присутствие сотрудников в опасных зонах, определяя наличие индивидуальных средств защиты и исключая количество опасных действий более чем в три раза. Для управления мероприятиями цифровой трансформации создана соответствующая ИТ-программа [11].

Обобщенная характеристика основных сфер применения цифровых технологий в российской металлургии приведена в табл. 1.

Таблица 1

### Применение цифровых технологий на предприятиях-лидерах металлургии

Процесс	Цифровые технологии	Сферы применения	Полученные эффекты
Цифровизация	Электронный документооборот	Внутренний и внешний документооборот (расчеты с покупателями и поставщиками)	Снижение трудозатрат
Цифровая трансформация	Интернет вещей	Оперативный мониторинг работы и технического состояния оборудования; предупреждение аварийных ситуаций	Сокращение простоев; Оптимизация планирования плановых ремонтов; Снижение процентов брака; Повышение коэффициента технической готовности оборудования; Снижение времени реагирования на аварийные ситуации
	Цифровой двойник	Повышение производительности и прогнозирование («Цифровой карьер», «Цифровой помощник»)	Оптимизация прогнозирования производства; Оптимизация работы оборудования; Снижение промышленного травматизма
	Машинное обучение, искусственный интеллект, видеоаналитика	Диспетчеризация; Промышленная безопасность; Контроль качества поставок; Контроль качества продукции; Автоматизация складов; Промышленные роботы; Контроль выброса загрязняющих веществ	Снижение промышленного травматизма; Сокращение затрат на сырье и себестоимости продукции; Сокращение времени логистических операций; Снижение эмиссий, повышение позиции в ESG-рейтингах
	Программные продукты	АСУТП, MES, ERP	Оптимизация бизнес-процессов на всех уровнях
	Сквозные решения	Маркетплейсы; Data Lake	Развитие отраслевой онлайн-площадки и сокращение цикла продаж; Создание собственной базы данных для разработки ИТ-решений

Примечание: АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом

Составлено авторами по материалам исследования

Обобщая опыт лидеров цифровизации металлургии, можно выделить наиболее востребованные направления применения цифровых технологий в отрасли – это цифровые двойники, машинное зрение и искусственный интеллект (табл. 1). Они направлены на повышение производственной эффективности, нивелирование человеческого фактора в основных и вспомогательных процессах, обеспечение промышленной безопасности и охраны труда.

Кроме того, следует отметить, что проанализированные компании, являясь нацеленными не только на внутренний, но и на внешний рынки, активно соответствуют требованиям и трендам мирового рынка

металлургии. В частности, в последнее время наблюдается встраивание в корпоративные стратегии экологической и социальной составляющей в разрезе концепции ESG, поскольку производство металлов сопряжено с загрязнением окружающей среды вредными выбросами, сокращение которых становится в настоящий момент одним из ключевых показателей эффективности управления и внедрения цифровых технологий. При этом работа предприятия по достижению целей устойчивого развития напрямую влияет на инвестиционную привлекательность и репутацию компании, особенно в рамках мирового рынка [12].

Следующий заметный тренд российской металлургии – это создание маркетплейсов металлопродукции и вторичного сырья. В настоящий момент собственные онлайн-площадки имеют «ЕВРАЗ плас», «Северсталь», НЛМК и ММК. Масштабирование бизнеса и постепенный переход в онлайн-торговлю также демонстрируют цифровую зрелость компаний, их гибкость и открытость к изменениям.

Согласно исследованию металлургических компаний, проведенному Deloitte в 2019 г., собственные инвестиции в инновационную деятельность находились на уровне 5–20 % от выручки среди половины опрошенных в 2018 г., а уровень инновационности применяемых технологий, рассчитывающийся как средневзвешенное значение оценки от 0 до 1, составил 0,24, в то время как средний уровень по стране оценивался в 0,17 [13].

Таким образом, следует сделать вывод о высокой инновационной активности ведущих представителей российской металлургии. 6 лидеров российской металлургии – НЛМК, «ЕВРАЗ плас», «Северсталь», ММК, «Мечел», Металлоинвест, которые в совокупности производят около 90 % от общего объема отрасли, демонстрируют высокий уровень цифровой зрелости, внедряя новейшие технологии Индустрии 4.0, разрабатывая собственные цифровые стратегии и определяя ключевые показатели [14].

Однако сложившаяся экономическая и политическая ситуации негативно влияют на рентабельность отрасли, поскольку компаниям пришлось переориентироваться с европейского рынка на Китай и Турцию, низкие цены на которых приводят к значительным убыткам, а в совокупности с повышающимися налогами в отрасли совсем вынуждают российские фирмы закрывать свое производство. Это вызывает опасения, поскольку экономические потери, снижение производства во время переориентации российских металлургических компаний на новые внешние рынки, а также ожидание появления замещающего спроса могут негативно сказаться на темпах цифровой трансформации отрасли и на размерах инвестиций в разработки [12].

## **ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ РОССИЙСКОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ В НОВЫХ ГЕОПОЛИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Новые геополитические условия потребовали от представителей отрасли пересмотра не только корпоративных стратегий, но и инвестиционных программ. По результатам исследований, около 50 % компаний горно-металлургического сектора отмечали сокращение инвестиций в ИТ-секторе и пересмотр приоритетов развития [15]. Кроме того, компании нацелены в большей мере на сокращение затратной части производства, чем на увеличение объемов в связи с закрытием многих рынков сбыта. В такой ситуации находятся компании, ориентированные преимущественно на экспорт, для которых сейчас цифровые технологии, направленные на повышение объемов производства, являются неоправданными. Также больше половины опрошенных (67 %) в 2022 г. отметили, что из-за ухода иностранных вендоров ИТ-решений планирование и реализация цифровых проектов во многом усложнилась.

Основной проблемой цифровизации отечественной промышленности, в том числе обрабатывающей, является высокая зависимость компаний от импортного оборудования и программного обеспечения (далее – ПО). В 2021 г. доля отечественного ПО на рынке РФ составляла всего менее 25 % [16]. По мнению представителей отрасли, следующие цифровые технологии достаточно сложно заменить отечественными решениями: интернет вещей, искусственный интеллект, роботизация, продвинутая аналитика и облачные вычисления – преобладающие технологии среди лидеров цифровизации. Переход на российское ПО и его встраивание в бизнес-процессы все же возможны, но также сопряжены со многими рисками (дополнительные инвестиции в импортозамещение с неопределенным сроком отдачи, сложность интеграции новых технологий в существующую ИТ-архитектуру предприятия, нехватка квалифицированных кадров) [15]. В связи с этим остро встает проблема кибербезопасности, поскольку только на первое полугодие 2022 г. количество кибератак увеличилось на 14 %, из которых практически 50 % приводили к утечке конфиденциальных данных, а промышленность за этот период вошла в тройку отраслей по количеству атак [16].

По мнению многих экспертов в сфере отечественных ИТ-решений, индустрия промышленного ПО (180 млрд руб. в 2022 г.) имеет высокие темпы роста и будет продолжать набирать обороты как драйвер российской экономики, особенно в условиях отсутствия зарубежных аналогов и наращивания функционала в 2023 г. [17].

Серьезность сложившейся ситуации в сфере ограничения применения импортных программных продуктов для горно-металлургического комплекса (далее – ГМК) подтверждается инициативой лидеров российского ГМК по созданию Единого центра разработки ПО. Среди участников инициативы выступают НАМК, «ЕВРАЗ плс», «Русская медная компания», «Северсталь», «Трубная Metallургическая Компания», «Горно-металлургическая компания „Норильский никель“», группа компаний «ОМК». По прогнозам, инвестиции в разработку нового ПО в первые три года должны составить более 2 млрд руб. Основной задачей создания такого партнерства является разработка универсального конкурентоспособного ПО для применения в ГМК с последующей коммерциализацией как на внутреннем, так и на внешних рынках [18].

Несмотря на серьезные ограничения, вызванные санкциями в отношении металлургического комплекса, представители отрасли продолжают внедрять цифровые проекты для повышения эффективности бизнеса. Например, «Северсталь» в октябре 2022 г. создало маркетплейс «Платферрум» – b2b-платформу по продаже металлопроката, ориентированную на всех участников рынка (покупателей, продавцов, трейдеров) и объединившую 10 поставщиков металла [19]. Также компания развивает импортозамещение расходных материалов: был создан аналог фильтрующих элементов, позволивший сократить затраты в 16 раз. «Северсталь» ведет разработки и в ИТ-сфере по внедрению информационной системы управления проектами строительно-монтажных работ на базе отечественной системы 1С [20].

НАМК начинает процесс импортозамещения с создания собственного цифрового мобильного продукта для применения в сфере планирования и контроля ремонтных работ «Мобильный ТОРО», который интегрируется с системой планирования SAP: в мобильном приложении сотрудника назначается и отмечается выполненным ремонтное задание, а данные поступают в систему SAP [21]. Совместную деятельность по импортозамещению также ведут ММК и «ЕВРАЗ плс». ММК разработал и произвел импортозамещающее металлургическое оборудование по заказу компании «ЕВРАЗ плс» [22].

Таким образом, активное использование цифровых технологий компаниями металлургической отрасли на данный момент ограничивается из-за отсутствия обновления функционала имеющихся систем. Обладая довольно высоким уровнем цифровой зрелости, отечественные компании сейчас находятся на активной стадии цифровой трансформации, дальнейший вектор развития которой зависит от возможности перехода на отечественные программные продукты с минимальными издержками для бесперебойной деятельности производств. Тем не менее, несмотря на все ограничения, металлургические компании обладают достаточной кадровой базой для поддержания существующих цифровых технологий, а также продолжают разработку и совершенствование собственных систем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования данной сфере российской металлургии на примере ведущих предприятий отрасли следует сделать вывод, что в металлургии отмечается высокая инновационная активность в сфере применения технологий Индустрии 4.0 для повышения эффективности производственных процессов и обеспечения цифровой зрелости отрасли. Несмотря на сложное состояние металлургии в новых геополитических условиях, эксперты и представители отрасли довольно положительно оценивают дальнейший рост внедрения цифровых отраслевых продуктов с планируемым смещением вектора на снижение издержек [12; 23].

Сокращение затратной части производства в новых реалиях для металлургических компаний становится необходимым критерием для успешного ведения бизнеса в современных условиях [15]. Главными цифровыми технологиями в металлургии являются в первую очередь платформы Индустрии 4.0, позволяющие получать как экономические и операционные эффекты, так и социальные, экологические и репутационные, что соответствует глобальным трендам цифровизации. Наблюдается применение сквозных решений в отрасли, таких как создание цифровых экосистем и маркетплейсов металлопродукции, повышающих клиентский опыт. Во многом сохраняется приоритет развития технологий искусственно-интеллекта, интернета вещей, аналитики, больших данных и цифровых двойников.

Лидеры металлургии отличаются высоким уровнем цифровой зрелости, разрабатывают и внедряют сложные цифровые технологии, имеют достаточный кадровый резерв (как минимум для стабилизации существующих ИТ-систем), а также поддерживают инициативы по созданию специализированных

программных продуктов для применения в российской промышленности, что еще раз подчеркивает инновационную активность, гибкость и готовность таких компаний к изменениям.

Таким образом, металлургические предприятия даже в агрессивных условиях внешней среды способны наращивать цифровой потенциал, поддерживать инновационные проекты и оставаться передовыми представителями российской экономики. В среднесрочной перспективе повышение уровня цифровой зрелости отрасли будет зависеть от широты распространения цифровых технологий среди компаний, отстающих от лидеров цифровизации. Для этого потребуются преодоление таких барьеров, как импортозависимость (по аппаратному и программному обеспечению), недостаточность финансирования и компетенций среди персонала, а также боязнь изменений.

### Библиографический список

1. Прохорова И.С., Устинов В.С., Елхова А.В. Цифровая зрелость металлургической отрасли России: драйверы и проблемы роста в новых геополитических условиях. Часть I. Оценки инновационного потенциала цифровой трансформации. *Вестник университета*. 2023;11:61–69. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-11-61-69>
2. Российская Федерация. Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы». <https://base.garant.ru/71670570/> (дата обращения: 28.09.2023).
3. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления. *Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: экономика*. 2019;1(27):38–52.
4. Worldsteel Association. December 2022 crude steel production and 2022 global crude steel production totals. <https://worldsteel.org/media-centre/press-releases/2023/december-2022-crude-steel-production-and-2022-global-totals/> (дата обращения: 28.09.2023).
5. Новолипецкий металлургический комбинат. Годовой отчет НЛМК за 2021 год. <https://nlmk.com/ru/ir/results/annual-reports/> (дата обращения: 25.09.2023).
6. AI Russia. Контроль погрузки железной руды. <https://ai-russia.ru/library/nlmk-redmadrobot> (дата обращения: 27.09.2023).
7. Новолипецкий металлургический комбинат. Склады НЛМК ввел в эксплуатацию автоматизированный складской комплекс. <https://nlmk.com/ru/media-center/press-releases/nlmk-launches-automated-warehouse-complex/?from=en> (дата обращения: 26.09.2023).
8. Магнитогорский металлургический комбинат. Стратегия цифровизации 2025 ММК. <https://is-mmk.ru/industry/> (дата обращения: 28.09.2023).
9. Магнитогорский металлургический комбинат. ММК реализовал самый масштабный проект по импортозамещению РРА в России. <https://mmk.ru/ru/press-center/news/mmk-realizoval-samyu-masshtabnyy-proekt-po-importozameshcheniyu-rra-v-rossii/> (дата обращения: 24.09.2023).
10. TAdviser. Информационные технологии в ЕВРАЗ. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные\\_технологии\\_в\\_ЕВРАЗ](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные_технологии_в_ЕВРАЗ) (дата обращения: 29.09.2023).
11. Секрет фирмы. Цифра и металл. Зачем заводы «Северстали» снабдили диджитал-решениями. <https://secretmag.ru/cifrovaya-ekonomika/cifra-i-metall-zachem-zavody-severstali-snabdili-didzhitал-resheniyami-1146057.htm> (дата обращения: 27.09.2023).
12. Терпугов А.Е. Развитие механизма управления рыночными стратегиями российской металлургической отрасли в современных условиях. *Вестник университета*. 2022;10:177–184. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-10-177-184>
13. Deloitte. Обзор рынка черной металлургии. <https://www.csr.ru/upload/iblock/d4b/d4b9f67f27e41cb9ec867ddfeb6fc6a9.pdf> (дата обращения: 28.09.2023).
14. Сагинашвили Д.Г., Рябова В.Д., Закирова М.И. Анализ отрасли сталелитейной промышленности в России. *Вестник университета*. 2021;1(8):81–88. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-8-81-88>
15. Технологии Доверия. Обзор состояния цифровизации горно-металлургической отрасли в России – 2023. <https://data.tedo.ru/publications/metals-mining-digitalization.pdf> (дата обращения: 29.09.2023).
16. Круглый стол «Цифровые компетенции в металлургической промышленности». 10-й Всероссийский форум «Информационное общество: цифровое развитие регионов, г. Челябинск 29.09.2022». <https://itforum.gov74.ru/wp-content/uploads/2022/10/Презентация-Металлургия.pdf> (дата обращения: 29.09.2023).
17. TAdviser. Цифровизация промышленности 2022. Обзор TAdviser. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация\\_промышленности\\_2022.\\_Обзор\\_TAdviser](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_промышленности_2022._Обзор_TAdviser) (дата обращения: 26.09.2023).
18. Интерфакс. Металлургические предприятия создадут отраслевую IT-компанию для разработки софта. <https://www.interfax.ru/digital/851098> (дата обращения: 27.09.2023)
19. Северсталь. «Северсталь» разработала первую в РФ цифровую платформу по продаже металлопроката. <https://severstal.com/rus/media/archive/severstal-razrabotala-pervuyu-v-rf-tsifrovuyu-platformu-po-prodazhe-metalloprokata/> (дата обращения: 28.09.2023).
20. TAdviser. В «Северстали» создана единая система управления проектами капитального строительства на базе «1С:PM Управление проектами» и «1С: Смета 3». [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Северсталь\\_%281С:PM\\_Управление\\_проектами%29](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Северсталь_%281С:PM_Управление_проектами%29) (дата обращения: 30.09.2023).

21. ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат». На Стойленском ГОКе цифровизируют процесс ремонтов. <https://sgok.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/na-stoylenskom-goke-tsifroviziruyut-protsess-remontov/> (дата обращения: 02.10.2023).
22. Металл Сервис. На ЕВРАЗ НТМК обновят МНЛЗ. [https://mc.ru/news/nw/news\\_id/13863](https://mc.ru/news/nw/news_id/13863) (дата обращения: 02.10.2023).
23. Цифровая экономика. Промышленность: итоги цифровизации в 2022 году и прогнозы. <https://cdo2day.ru/analytics/promyshlennost-itogi-cifrovizacii-v-2022-godu-i-prognozy/> (дата обращения: 02.10.2023).

## References

1. Prokhorova I.S., Ustinov V.S., Elkhova A.V. The digital maturity of the Russian metallurgical industry: drivers and growth challenges in the new geopolitical environment. Part I. Assessment of the innovation potential of digital transformation. *Vestnik universiteta*. 2023;11:61–69. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-11-61-69>
2. Russian Federation. *Decree of the President of the Russian Federation of 9 May 2017. No 203 "On the Strategy for the Development of Information Society in the Russian Federation for 2017–2030"*. <https://base.garant.ru/71670570/> (accessed 28.09.2023). (In Russian).
3. Gileva T.A. Digital maturity of the enterprise: methods of assessment and management. *Vestnik UGNTU. Science, Education, Economics. Series Economics*. 2019;1(27):38–52. (In Russian).
4. Worldsteel Assosiation. *December 2022 crude steel production and 2022 global crude steel production totals*. <https://worldsteel.org/media-centre/press-releases/2023/december-2022-crude-steel-production-and-2022-global-totals/> (accessed 28.09.2023).
5. NLMK. *NLMK Annual Report 2021*. <https://nlmk.com/ru/ir/results/annual-reports/> (accessed 25.09.2023). (In Russian).
6. AI Russia. *Iron Ore Loading Control*. <https://ai-russia.ru/library/nlmk-redmadrobot> (accessed 27.09.2023). (In Russian).
7. NLMK. *NLMK warehouses commissioned an automated warehouse complex*. <https://nlmk.com/ru/media-center/press-releases/nlmk-launches-automated-warehouse-complex/?from=en> (accessed 26.09.2023). (In Russian).
8. MMK. *MMK's digitalization strategy 2025*. <https://is-mmk.ru/industry/> (accessed 28.09.2023). (In Russian).
9. MMK. *MMK implemented the most large-scale RPA import substitution project in RUSSIA*. <https://mmk.ru/ru/press-center/news/mmk-realizoval-samy-masshtabnyy-proekt-po-importozameshcheniyu-rpa-v-rossii/> (accessed 24.09.2023). (In Russian).
10. TAdviser. *Information technology at EVRAZ*. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные\\_технологии\\_в\\_ЕВРАЗ](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные_технологии_в_ЕВРАЗ) (accessed 29.09.2023). (In Russian).
11. SECRETMAG. *Digit and metal. Why Severstal's plants were equipped with digital solutions*. <https://secretmag.ru/cifrovaya-ekonomika/cifra-i-metall-zachem-zavody-severstali-snabdili-didzhital-resheniyami-1146057.htm> (accessed: 27.09.2023). (In Russian).
12. Terpugov A.E. Development of a mechanism for managing market strategies of the Russian metallurgical industry in modern conditions. *Vestnik Universiteta*. 2022;10:177–184. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2022-10-177-1841>.
13. Deloitte. *Iron and Steel Market Review*. <https://www.csr.ru/upload/iblock/d4b/d4b9f67f27e41cb9ec867ddfeb6fc6a9.pdf> (accessed 28.09.2023). (In Russian).
14. Saginashvili D.G., Ryabova V.D., Zakirova M.I. Analysis of the steel industry in Russia. *Vestnik Universiteta*. 2021;1(8):81–88. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-8-81-88>
15. TeDo. *Overview of the state of digitalization of the mining and metallurgical industry in Russia – 2023*. <https://data.tedo.ru/publications/metals-mining-digitalization.pdf> (accessed 29.09.2023). (In Russian).
16. Round Table “Digital Competencies in the Metallurgical Industry”. *X All-Russian Forum "Information Society: Digital Development of Regions Chelyabinsk 29.09.2022"*. <https://itforum.gov74.ru/wp-content/uploads/2022/10/Презентации-Металлургия.pdf> (accessed 29.09.2023). (In Russian).
17. TAdviser. *Digitalisation of Industry 2022. TAdviser review*. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация\\_промышленности\\_2022.\\_Обзор\\_TAdviser](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Цифровизация_промышленности_2022._Обзор_TAdviser) (accessed 26.09.2023). (In Russian).
18. Interfax. *Metallurgical enterprises will create an industry-wide IT-company for software development*. <https://www.interfax.ru/digital/851098> (accessed 27.09.2023). (In Russian).
19. Severstal. *Severstal has developed Russia's first digital platform for selling rolled steel*. <https://severstal.com/rus/media/archive/severstal-razrabotala-pervuyu-v-rf-tsifrovuyu-platformu-po-prodazhe-metalloprokata/> (accessed 28.09.2023). (In Russian).
20. TAdviser. *Severstal created a unified system of capital construction projects management on the basis of 1C:PM Project Management and 1C:Estimate* [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Северсталь\\_%281C:PM\\_Управление\\_проектами%29](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Северсталь_%281C:PM_Управление_проектами%29) (accessed 30.09.2023). (In Russian).
21. NLMK. *Stoilensky GOK is digitizing the repair process*. <https://sgok.nlmk.com/ru/media-center/press-releases/na-stoylenskom-goke-tsifroviziruyut-protsess-remontov/> (accessed 02.10.2023). (In Russian).
22. Metal Service. *EVRAZ NTMK to upgrade continuous casting machine*. [https://mc.ru/news/nw/news\\_id/13863](https://mc.ru/news/nw/news_id/13863) (accessed 02.10.2023). (In Russian).
23. Digital Economy. *Industry: digitalization results in 2022 and forecasts*. <https://cdo2day.ru/analytics/promyshlennost-itogi-cifrovizacii-v-2022-godu-i-prognozy/> (accessed 02.10.2023). (In Russian).