

Научная статья

УДК 658.1

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16202>



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ РФ

Е.В. Николаева<sup>1</sup> ✉, Е.А. Бирюкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Челябинский государственный университет,  
г. Челябинск, Российская Федерация;

<sup>2</sup> Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
Москва, Российская Федерация

✉ [kat\\_sa@mail.ru](mailto:kat_sa@mail.ru)

**Аннотация.** В периоды экономической и политической нестабильности российские компании из ведущих отраслей экономики испытывают на себе значительное влияние негативного действия целого ряда факторов внешней среды. Это требует от крупнейших компаний разработки и внедрения новых подходов к управлению, пересмотра стратегий развития, переход к новым решениям, технологиям, охватывающим все сферы их деятельности. Наряду с этим крупнейшие мировые и российские компании на протяжении последних 5 лет активно реализуют программы трансформации бизнеса, среди которых особая роль отводится программам цифровой трансформации. Металлургические компании стали одними из первых, кто разработал и начал внедрять масштабные проекты по цифровизации своих процессов – начиная от добычи сырья и заканчивая реализацией готовой продукции. Целью данного исследования является изучение процессов цифровизации в горно-металлургической промышленности РФ как в целом, так и в разрезе отдельных компаний. Анализ эффективности цифровой трансформации в отрасли проводится по трем направлениям: исследование отраслевых показателей инновационной активности и внедрения технологичных моделей в бизнес-процессы; изучение кейсов успешной цифровой трансформации на предприятиях – лидерах в отрасли, а также планов по реализации подобных программ и, наконец, анализ показателей эффективности компаний в периоды после внедрения проектов по цифровизации бизнеса. В ходе исследования были предложены показатели оценки эффективности цифровой трансформации, составлен список компаний – лидеров цифровизации в горно-металлургической промышленности, изучены кейсы внедрения цифровых решений, проанализированы показатели эффективности капиталовложений в проекты цифровизации. Это позволило сделать выводы о росте доли капитальных затрат в выручке крупнейших компаний в 2019–2020 годах, а затем в 2021 году повышении ключевых показателей эффективности компаний. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: включение в анализ большего числа компаний; распространение методики исследования для анализа компаний из других отраслей экономики РФ; проведение сопоставления российских компаний с мировыми с целью выявления вектора и результатов цифровизации в соответствующих экономиках; дополнение методики анализа отраслевыми показателями активности и эффективности цифровой трансформации; изучение рисков и ошибок реализации программ цифровой трансформации в компаниях различных отраслей экономики.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, цифровизация, горно-металлургические компании, эффективность, капиталовложения

**Для цитирования:** Николаева Е.В., Бирюкова Е.А. (2023) Исследование процессов цифровой трансформации горно-металлургических компаний РФ. П-Economy, 16 (2), 24–36. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16202>

Research article

DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16202>

## RESEARCH OF DIGITAL TRANSFORMATION PROCESSES OF MINING AND METALLURGICAL COMPANIES OF THE RUSSIAN FEDERATION

E.V. Nikolaeva<sup>1</sup> ✉, E.A. Biryukova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

<sup>2</sup> Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation

✉ [kat\\_sa@mail.ru](mailto:kat_sa@mail.ru)

**Abstract.** In periods of economic and political instability, Russian companies in leading sectors of the economy are significantly affected by the negative impact of a number of environmental factors. This requires the largest companies to develop and implement new approaches to management, review development strategies, and switch to new solutions and technologies covering all areas of their activities. Along with these changes, the largest global and Russian companies have been actively implementing business transformation programs over the past 5 years, among which a special role is given to digital transformation programs. Metallurgical companies were among the first to develop and start implementing large-scale projects to digitalize their processes, from the area of extraction of raw materials to the sale of finished products. The purpose of this work is to in Russia, both in general and in the context of individual companies. The analysis of the effectiveness of digital transformation in the industry is carried out in three areas: the study of industry indicators of innovative activity and the introduction of technological models in business processes; studying cases of successful digital transformation at enterprises that are leaders in the industry, as well as their plans for the implementation of such programs, and, finally, analyzing the performance indicators of companies in periods after the implementation of business digitalization projects. In the course of the study, indicators for evaluating the effectiveness of digital transformation were proposed, a list of digitalization leaders in the mining and metallurgical industry was compiled, cases of implementing digital solutions were studied, and indicators of the effectiveness of investments in digitalization projects were analyzed. This made it possible to draw conclusions about an increase in the capital expenditures of the largest companies in 2019–2020, and then in 2021 an increase in key performance indicators of these companies. Promising areas for further research are: including more companies in the analysis; dissemination of research methodology for the analysis of companies from other sectors of the Russian economy; comparing Russian companies with global ones in order to identify the vector and results of digitalization in the respective economies; supplementing the analysis methodology with industry indicators of the activity and effectiveness of digital transformation; studying the risks and errors of implementing digital transformation programs in companies in various sectors of the economy.

**Keywords:** digital transformation, digitalization, mining and metallurgical companies, efficiency, capital investments

**Citation:** Nikolaeva E.V., Biryukova E.A. (2023) Research of digital transformation processes of mining and metallurgical companies of the Russian Federation. *П-Economy*, 16 (2), 24–36. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.16202>

### Введение

Функционирование предприятия в современных условиях повышенного уровня риска (пандемия коронавируса, антироссийские санкции, экономический кризис) определяют острую необходимость пересмотра стратегий развития предприятий, моделей внутренних бизнес-процессов, «гибкую», более грамотную «настройку» процесса принятия управленческих решений на всех уровнях менеджмента. Успешность реализуемой стратегии трансформации, а в частности цифровой трансформации, предопределяет дальнейшее развитие предприятия, динамику его показателей эффективности, а также занимаемую им нишу в конкурентной бизнес-среде.

Так, цифровая трансформация предприятия определённо оказывает влияние на:

- увеличение производительности труда сотрудников;
- сокращение затрат и потерь производства;
- оптимизацию процесса обработки данных;
- построение эффективной системы документооборота предприятия;
- повышение ключевых показателей критерия качества клиентского сервиса;
- оптимизацию загруженности в процессе выполнения рабочих функций, повышение мотивации сотрудников и т.д.

Эффективное внедрение цифровых сервисов, продуктов позволяет выстроить сетевое, календарное планирование на предприятии. В результате высвободившееся рабочее время можно использовать с целью дальнейшего развития предприятия и получения дополнительной прибыли в конечном итоге.

Технологическая база цифровой трансформации основана на похожих векторах своего становления и развития для многих отраслей экономики. В большинстве из них предусмотрены мероприятия по внедрению бизнес-процессов на основе искусственного интеллекта, анализа больших данных, беспроводных технологий, блокчейн. В то же время есть и ряд специфических решений для металлургии, которые дополняют базовый перечень.

Так, для многих отраслей промышленности, в частности для металлургии, разработан проект «Цифровой инжиниринг», который включает: национальную систему стандартизации и сертификации на базе технологий виртуальных испытаний, универсальные маркетплейсы для создания и реализации продукции (от идеи до рынка), единые форматы данных (библиотек), внедрение на предприятиях металлургии цифровых двойников и многое другое.

### **Литературный обзор**

Цифровая трансформация является активно дискутируемой в научной литературе категорией относительно многих отраслей мировой экономической системы. Вопросы, посвященные цифровизации в отраслях и отдельных компаниях, а также использованию цифровых моделей, больших данных исследуются в трудах Баумана Х., Никоу С., Фиджеральда М., Кане Г., Кауфмана И., Фон Лейпцига и других [1–6, 8, 9, 19].

В обозримом будущем, по мнению Шварц Е. ожидается, что предприятия, которые не способны адаптироваться к механизму цифровой трансформации, вполне могут исчезнуть, и только наиболее прогрессивные предприятия, реагирующие на технологические тенденции цифровой трансформации, останутся в конкурентной бизнес-среде и будут успешно функционировать [17].

Тем не менее Хесс Т., Мэтт С. отмечают, что в настоящее время существует достаточное количество предприятий в различных отраслях экономики, которые не имеют практических механизмов реализации цифровой трансформации в современных условиях [7, 13].

Таким образом, изучение процесса цифровой трансформации предприятий промышленности со стратегической точки зрения должно дополнить существующие исследования научной литературы информацией, которая поможет раскрыть определение изучаемой экономической категории, понять алгоритм построения цифровых векторов трансформации предприятий, и, в конечном итоге, сфокусировать внимание на существующих перспективах предприятий в период высокой турбулентности экономики, по мнению Хесс Т., Кулатикала Н., Венкатраман Н., Мэтт С. [7, 10, 13].

Так, в экономической литературе существуют подходы Кане Г., Себастьян И. и др. к определению категории цифровой трансформации предприятия. Идея цифровой трансформации возникает в результате объединения персональных и корпоративных ИТ-сред и воплощает в себе трансформационный эффект новых цифровых технологий, таких как социальные, мобильные, аналитические, облачные и «Интернет вещей» [8, 18].

Цифровая трансформация определяется Ли В., Парвиейнен П., Вестман Г., Боннет Д., Маккафе А. как процесс интеграции цифровых технологий и бизнес-процессов в различных отраслях цифровой экономики [12, 14, 20].

В ряде иных научных исследований авторы Хесс Т., Кауфман И., Хортон С., Шухман Д., Сеуферт С. более детально рассматривают цифровую трансформацию и определяют ее как использование соответствующих цифровых технологий для воздействия на три организационных измерения: внешнее, с акцентом на цифровом улучшении клиентского опыта и изменении его жизненного цикла; внутреннее, влияющее на бизнес-операции, принятие решений и организационные структуры; и целостное, где все бизнес-процессы подразделяются на сегменты и функции, что часто приводит к совершенно новым бизнес-моделям [7, 9, 15].

В целом, ученые пришли к согласию, что цифровая трансформация связана с фундаментальным потенциалом в достижении более эффективных экономических результатов функционирования предприятия и учитывает внутренние, внешние и целостные аспекты бизнеса.

Описанный характер цифровой трансформации, встречающийся в современной экономической литературе у Шухман Д., Сеуферт С., Шваб К. дополнительно предполагает, что степень сложности ее задач превышает уровень предыдущих преобразований с использованием информационных технологий. Это подтверждается тем фактом, что в последние годы цифровая трансформация определяется как необходимая, но, с различной степенью, достаточно сложно реализуемая задача во всех отраслях экономики без исключения [15, 16].

Ряд научных исследований Фиджеральд М., Хесс Т. сосредоточены на анализе дополнительных проблем, связанных с цифровой трансформацией, в том числе на проблемах лидерства и на институциональных проблемах [4, 7].

Проблемы с лидерством рассматриваются у Лаутон Л. и возникают в следствие отсутствия полного понимания сути и направления цифровой трансформации, в то время как институциональные связаны с отношением к цифровым преобразованиям пожилых работников, унаследованными технологиями, усталостью от инноваций [11].

По мнению авторов, цифровая трансформация — это экономическая категория, которая определяет сложный тип технологической трансформации бизнеса и учитывает стратегическую роль новых цифровых технологий и возможностей для внедрения цифровых инноваций в различных отраслях экономики.

Так, цифровая трансформация подразумевает намерение достичь высокой производительности труда и устойчивого конкурентного преимущества предприятия путем преобразования совокупности бизнес-процессов: бизнес-модель, потребительский опыт (включающий цифровые продукты и услуги), операции (включая процессы и принятие решений) с учетом оказания воздействия на индивидуумов (включая навыки, талант и культуру) и использования сетей (включая всю систему ценностей).

Российские предприятия традиционно являются одними из лидеров среди производителей горно-металлургической отрасли. По результатам исследования тридцати ведущих мировых металлургических компаний в 2021 году<sup>1</sup>, порядка 78% предприятий металлургической отрасли начали активное внедрение цифровых программ несколько лет назад. Однако три четверти предприятий выборки пока остаются на уровне реализации отдельных мероприятий, из которых примерно 50% являются «пилотными проектами».

По данным исследования, которое было проведено российским интегратором «Т1 Консалтинг» в 2022 году черная металлургия вошла в «ТОП-3 наиболее цифровых отраслей» в РФ. Методология, используемая в исследовании, основана на шести системах показателей: тенденции к платформизации, наличие профессиональной команды, открытость данных, продуманность развития, создание ценностей на базе цифровых технологий и «страсть к развитию» [21].

<sup>1</sup> [https://www.cnews.ru/reviews/it\\_v\\_promyshlennosti\\_2021/articles/spros\\_na\\_tsifrovizatsiyu\\_promyshlennosti](https://www.cnews.ru/reviews/it_v_promyshlennosti_2021/articles/spros_na_tsifrovizatsiyu_promyshlennosti)

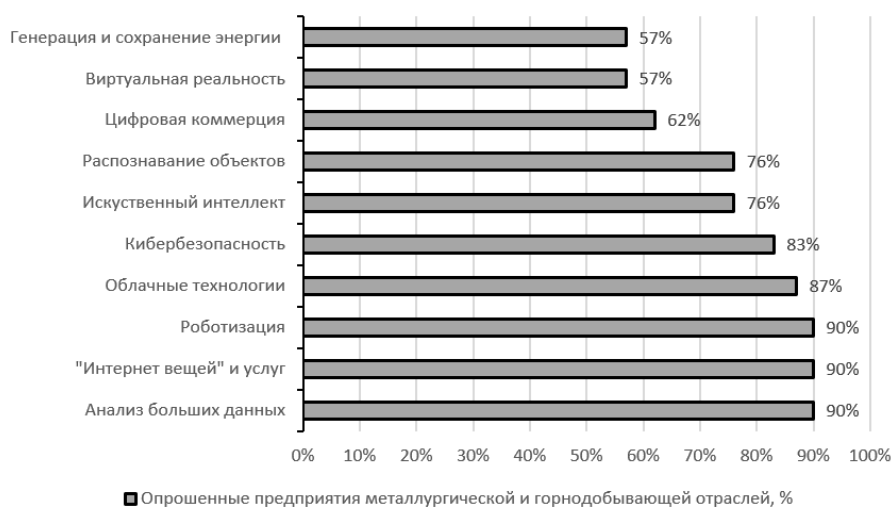


Рис. 1. Приоритетные направления цифровой трансформации предприятий металлургической и горнодобывающей отраслей к 2025 году, % от опрошенных предприятий

Fig. 1. Priority digital transformation directions for metallurgical and mining industry by 2025, % surveyed enterprises

Что касается непосредственно цифровых технологий, актуальных в современных условиях для металлургического и горнодобывающего секторов экономики, то, согласно результатам исследования, которые были представлены на Всемирном экономическом форуме, можно ожидать ускорение темпов внедрения цифровых процессов в указанных отраслях к 2025 году (рис. 1).

Полученные результаты свидетельствуют о готовности внедрять инновационные технологии среди предприятий металлургической и горнодобывающей промышленности. Внедрение аналитики больших данных, «интернета вещей и услуг», роботизация (промышленная автоматизация и т.д.), остается высоким. Также наблюдается значительный рост интереса предприятий к облачным вычислениям, шифрованию и кибербезопасности, а также искусственному интеллекту (например, машинному обучению, нейронным сетям, НЛП)<sup>2</sup> [22, 23].

### Цель исследования

Целью настоящей статьи является определение, анализ и оценка различных показателей осуществления процесса цифровой трансформации горно-металлургической отрасли в целом, а также некоторых крупнейших металлургических предприятий РФ. Для достижения цели в работе последовательно решаются следующие задачи:

1. Анализируются существующие научные подходы к определению категории «цифровая трансформация», определяются некоторые особенности осуществления цифровой трансформации предприятий металлургической отрасли в современных условиях.

2. Изучается динамика показателей интенсивности цифровой трансформации для экономики в целом, а также для металлургической отрасли РФ за период 2018–2021 г.

3. Исследуются кейсы цифровой трансформации крупнейших предприятий горно-металлургической промышленности РФ, реализованные в 2017–2022 годах или находящиеся на этапе реализации или планирования.

4. Оценивается эффективность металлургических компаний, реализовавших в 2017–2022 годы программы цифровой трансформации, а также динамика уровня их капиталовложений в исследуемые годы.

<sup>2</sup> <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/mining-and-metals/tracking-the-trends/2021.html>



## Методы

В рамках исследования были проанализированы программы цифровой трансформации, реализуемые в крупнейших российских компаниях горно-металлургической отрасли. Изучены кейсы проводимых мероприятий по цифровизации добычи сырья и производства, управления персоналом, использование цифровых решений в сфере энергообеспечения, безопасности труда и других направлений. Вся информация, описанная в исследовании, взята из открытых источников: докладов представителей компаний на профильных конференциях по цифровизации в отрасли, с официальных сайтов компаний, интервью руководителей и собственников компаний.

На основе данных финансовой отчетности компаний (РСБУ и МСФО) рассчитаны и проанализированы ряд показателей эффективности, такие как: операционная маржа, чистая прибыль, операционная прибыль, производительность труда, чистая рентабельность, динамика производства основных видов продукции, динамика себестоимости единицы продукции. В данный этап анализа включены два показателя эффективности капиталовложений компаний – чистая прибыль и операционная маржа (рентабельность), проанализированные за период с 2017 по 2021 годы.

В качестве показателя инвестиционной активности, характеризующего в том числе и инвестиции в цифровые решения, которые составляли значительную часть инвестиций компаний в 2019–2020 годы, взят коэффициент отношения капитальных затрат (CAPEX) к выручке от реализации компаний.

Детально изучены программы цифровой трансформации таких горно-металлургических компаний как: ПАО «НЛМК», ПАО «ММК», ПАО «Северсталь», холдинг Металлоинвест, EVRAZ Group, ПАО «ГМК Норильский никель», АО «ЧТПЗ», АО «Челябинский цинковый завод». Для подкрепления данных представителей компаний об эффективности проведенных реформ по цифровизации по указанным компаниям рассчитаны и проанализированы показатели эффективности операционной деятельности до и после внедрения цифровых решений.

## Результаты

Особый интерес возникает к определению показателей эффективности, интенсивности, оценки динамики процесса цифровой трансформации в современных условиях повышенного уровня риска в Российской Федерации, которая является неотъемлемой частью инновационной деятельности предприятия.

Под инновационной деятельностью авторы понимают комплекс мероприятий по разработке и внедрению новых технологий для получения усовершенствованных товаров и оказания услуг более высокого качества с минимизацией количества использованных ресурсов того или иного вида.

По уровню воздействия на факторы производства инновации можно подразделить на комплексные и локальные. Комплексные инновации, как правило, требуют существенных изменений в оборудовании, технологии, квалификации работников и т.д.

Все виды инноваций по области применения вносят совокупный вклад в увеличение показателей эффективности функционирования предприятия. Значительное внимание на данном этапе развития уделяется показателям эффективности осуществления цифровой трансформации в целом для экономики РФ, а также в разрезе отдельных отраслей.

Внедрение и использование информационных систем в металлургии имеет свою специфику. Организационная структура, огромный спектр производственно-хозяйственной деятельности, специфика производственных процессов – все перечисленное определяет высокую степень чувствительности данного бизнеса к ИТ. Поэтому основополагающим моментом развития является информационно-технологическое обеспечение бизнес-процессов. Эти задачи металлургического предприятия могут решаться с помощью внедрения ERP-, SCM- и CRM-систем.

### Обсуждение

Для изучения трендов цифровизации в горно-металлургической промышленности РФ рассмотрены кейсы цифровой трансформации крупнейших компаний – лидеров цифровизации в отрасли. Представленные кейсы являются примерами цифровых компетенций, реализованных или находящихся на этапе реализации (ряд – на этапе планирования) в крупнейших корпорациях, большинство из которых были пионерами внедрения цифровых технологий в металлургической промышленности.

**Таблица 1. Кейсы цифровой трансформации крупнейших горно-металлургических компаний РФ**  
**Table 1. Examples of digital transformation programs**  
**in the largest metallurgical companies in the Russia Federation**

Компания	Цифровые решения
ПАО «ММК»	Горнодобывающее производство: – Цифровые модели складов сыпучих материалов; – Роботизация опасных технологических процессов и др. Обоганительное производство: – Цифровая мельница; – ML-система анализа завершенности процесса спекания агломерата и др. Металлургическое производство: – Система-советчик мастер доменной печи; – Интеллектуальная система ламинарного охлаждения; – Цифровой двойник методических печей; – Система интеллектуального анализа и автоматической агрегации данных с испытательного оборудования лаборатории ЦЛК ПАО «ММК»; – Разработка и внедрение системы интеллектуального анализа и автоматической агрегации данных с испытательного оборудования лаборатории ЦЛК ПАО «ММК» (Цифровая трансформация); – Автоматизированная система цифровых двойников турбоагрегатов (АСЦД-ТА): Подсистема непрерывного отслеживания Вибрационного состояния турбоагрегата
EVRAZ Group	– Подсказчики на ФОК: стабилизация железа; – Цифровой склад; – Подсказчик по шихтованию; – Моделирование режимов работы доменной печи; – ДРМ полупродуктового конвертера; – Цифровой двойник КЦ-1; – Имитационная модель (цифровой двойник работы станций) формирования групповых отправок и оформления документов
ПАО «Северсталь»	– Гибридное хранилище данных (Data Lake); – Технология машинного обучения с подкреплением на основе технологии искусственного интеллекта; – Система для распознавания дефектов металла на изображениях с помощью нейросетей
ПАО «НЛМК»	– Цифровой двойник карьера Стойленского ГОКа; – Цифровой сервис, оптимизирующий темп выдачи слябов в цехе горячего проката; – Модель оптимальной шихтовки сырья для доменных печей; – Проект по обеспечению устойчивого снижения себестоимости продукции за счет цифровой трансформации производства
Холдинг «Металлоинвест»	– «Цифровой карьер» – визуализация сквозной производственной цепочки, карт карьера, позиционирования техники и функциональных работ; – «Цифровой актив» – повышение эффективности производства в части технологических процессов (системы «советчики», базирующиеся на математических моделях и статистике), металлургический сегмент («цифровая плавка»), проекты, направленные на снижение затрат и себестоимости; – «Цифровой рабочий» – сохранение здоровья сотрудников, обеспечения их новейшими цифровыми инструментами работы на производстве, комфортные и быстрые коммуникации сотрудников при помощи роботизации

## Окончание таблицы 1

ПАО «ГМК Норильский никель»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Создание операционных центров по цифровизации рудников;</li> <li>– Автономный рудник, оснащенный беспилотным горным транспортом;</li> <li>– Цифровые двойники: цифровые копии флотационных машин;</li> <li>– Технология машинного зрения для анализа руды, поступающей в мельницу</li> </ul>
АО «ЧТПЗ»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Математическая модель, основанная на больших данных, которая подбирает оптимальный режим термообработки и помогает нарастить скорость участка обработки труб нефтяного сортамента;</li> <li>– Мобильное приложение по автоматическому подсчету труб, основанное на технологии распознавания объектов на изображении;</li> <li>– Алгоритм помощи сталеварам с использованием искусственного интеллекта;</li> <li>– Система прогнозирования потребления электроэнергии на базе Big Data</li> </ul>
АО «Челябинский цинковый завод»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Внедрение SAP (программное обеспечение для планирования ресурсов предприятия);</li> <li>– Создание модели технического обслуживания и ремонта оборудования;</li> <li>– Внедрение цифровых советчиков</li> </ul>

Практика внедрения цифровых решений показывает, что такие проекты демонстрируют высокую результативность в металлургии. В процессе цифровой трансформации внедряются принципиально новые бизнес-модели, позволяющие значительно повысить уровень эффективности металлургических компаний. Достичь такого эффекта в рамках традиционных моделей функционирования на современном этапе развития отрасли крайне затруднительно.

Анализ эффективности реализации проектов цифровой трансформации целесообразно проводить на основе сопоставления результатов в периоды до и после проводимых преобразований. В корпоративной среде анализ эффективности реализуемых программ цифровизации зачастую сводится к оценке одного-двух показателей, выбранных компаниями в качестве индикаторов. В большинстве случаев данные индикаторы у компаний не совпадают. На сегодняшний день не существует единой системы показателей оценки эффективности цифровой трансформации, универсальной как в целом для корпорации, так и отдельных индикаторов для оценки отдельных направлений ее реализации. Среди наиболее часто декларируемых результатов внедренных цифровых решений встречаются: прибыль компании (например, EBITDA или чистая прибыль), показатели рентабельности, показатели производства или добычи, затраты на единицу продукции и ряд других показателей. В отсутствии универсальной методики на сегодняшний день оценка реализованных программ трансформации затруднительна.

В рамках данного этапа исследования по ряду металлургических компаний, реализующих проекты цифровой трансформации, были определены и проанализированы такие показатели как операционная и чистая прибыль, EBITDA, показатели рентабельности, динамика производства основных видов продукции и другие, размер капитальных вложений (CAPEX), отношение CAPEX к выручке компаний и другие. На основе динамики указанных показателей сделаны предварительные выводы об эффективности цифровизации компаний.

Ниже на рис. 2–5 представлены основные показатели по трем крупнейшим российским горно-металлургическим компаниям – лидерам цифровизации (ПАО «ММК», ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК»). Показатели эффективности предприятий достаточно волатильны за исследуемый промежуток времени. Однако, следует отметить похожую динамику операционной маржи и чистой прибыли за 2021 год для многих предприятий выборки.

Крупнейшая металлургическая компания ПАО «ММК» стабильно имеет наиболее высокий по выборке показатель доли капитальных затрат в выручке. В 2019–2020 годы он достигал значения 11%, однако и в предшествующие и последующие периоды был на достаточно высоком уровне (равен 10%). Показатели эффективности в компании существенно выросли в 2021 году, чему способствовали как общеэкономические факторы, так и полученный компанией эффект от внедрения программ цифровой трансформации.



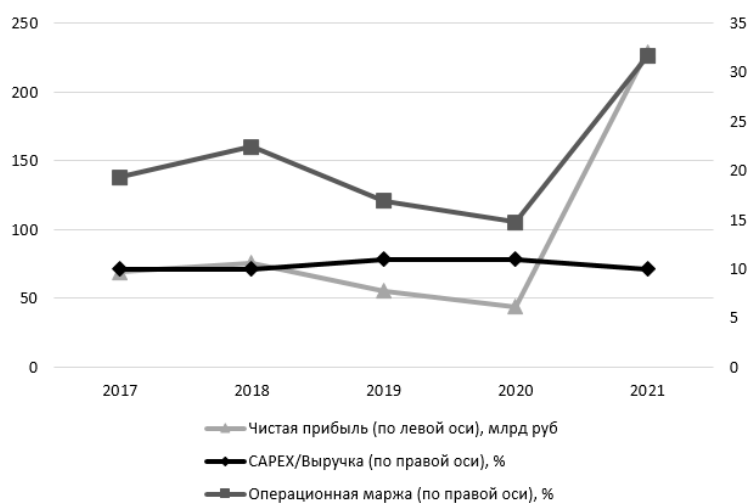


Рис. 2. Динамика показателей эффективности капиталовложений ПАО «ММК»  
Fig. 2. Dynamics of PJSC MMK investment efficiency indicators

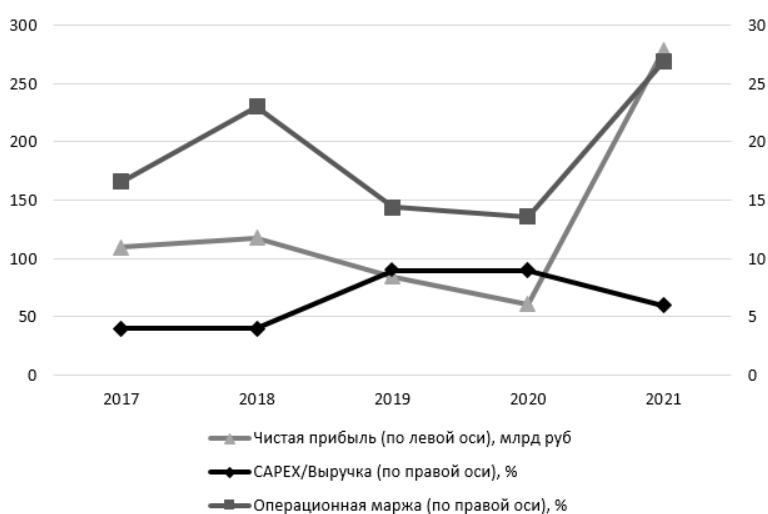


Рис. 3. Динамика показателей эффективности капиталовложений ПАО «НЛМК»  
Fig. 3. Dynamics of PJSC NLMK investment efficiency indicators

Немного более скромные показатели эффективности капиталовложений у компании ПАО «НЛМК». Отношение капитальных затрат к выручке увеличилось более чем в 2 раза в 2019–2020 годах и достигло значение 8%. Показатели чистой прибыли и операционной маржи в 2021 году также демонстрируют значительный рост, косвенно подтверждая эффективность реализуемой в компании цифровизации.

Наиболее активно процесс цифровизации в компании ПАО «Северсталь» развернулся в 2020 году, когда отношение капитальных затрат к выручке выросло с 8 до 14% за год. Как следствие в 2021 году наблюдался рост показателей эффективности компании: операционная маржа увеличилась за год с 18,5% до 29,9%, чистая прибыль выросла в 2,4 раза.

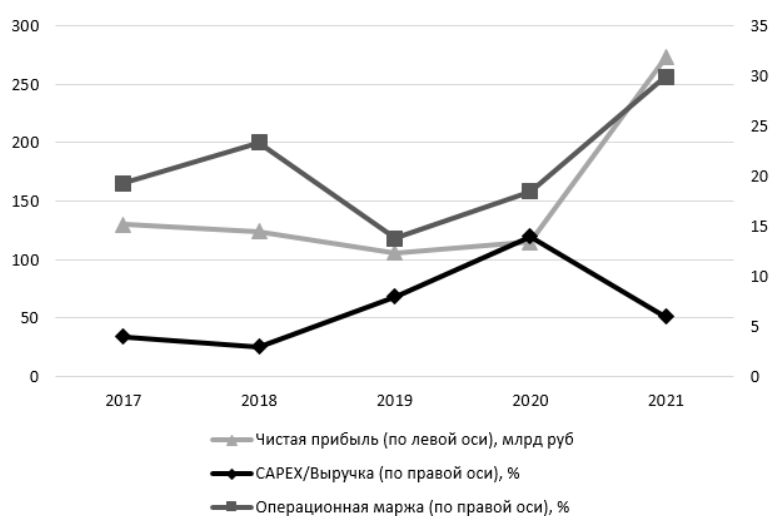


Рис. 4. Динамика показателей эффективности капиталовложений ПАО «Северсталь»  
Fig. 4. Dynamics of Severstal investment efficiency indicators

Рассматриваемая отрасль относится к капиталоемким отраслям, что определяет значительные капитальные вложения (CAPEX), которые способны генерировать дополнительную прибыль, выручку предприятий с определенным временным лагом, что отражается на графиках. Начиная с 2018 года все исследуемые предприятия «взяли курс» на трансформацию, в том числе цифровую, увеличив величину капитальных затрат.

### Заключение

1. В работе исследованы показатели мониторинга Росстат по уровню инновационной активности в металлургической отрасли, а также показатель доли компаний в экономике РФ, использующих в своей деятельности цифровые технологические решения. В целом сделан вывод о росте данных показателей в 2019–2021 годах, несмотря на значительную нестабильность в экономике страны и высокие риски инвестиций.

2. Проведен анализ реализованных и планируемых к реализации программ цифровой трансформации крупнейших горно-металлургических компаний РФ. Выявлены лидеры цифровой трансформации в отрасли.

3. На основе изучения эффектов цифровой трансформации в компаниях отрасли разработана система показателей, характеризующих эффективность проводимых капиталовложений в цифровые решения: операционная и чистая прибыль, операционная маржа, чистая рентабельность, производительность труда, динамика производства основных видов продукции, динамика себестоимости единицы продукции.

4. По ключевым компаниям отрасли – лидерам цифровизации, рассчитаны и проанализированы показатели эффективности, такие как чистая прибыль, операционная маржа, отношение капитальных затрат к выручке от реализации и другие. Выявлены общие тенденции, указывающие на рост доли капитальных затрат в выручке компаний в 2019–2020 годах, а также повышение показателей эффективности в последующем 2021 году у лидеров отрасли.

### Направления дальнейших исследований

Представленный подход, на наш взгляд, полезно развивать в следующих направлениях:

1. Включение в анализ большего числа компаний, в том числе менее крупных игроков из металлургической отрасли. А также распространение методики исследования для анализа компаний из других отраслей и сопоставление результатов в разрезе отраслей, проведение сравнительного анализа эффективности цифровой трансформации по отраслям.
2. Изучение мирового опыта цифровой трансформации по отраслям экономики. Проведение сопоставления российских компаний с мировыми с целью выявления вектора и результатов цифровизации в соответствующих экономиках.
3. Разработка универсальной методики оценки эффективности цифровой трансформации, как на основе теоретической базы, существующей по данному направлению, так и на основе изучения кейсов реализуемых программ. Дополнение методики анализа отраслевыми показателями.
4. Изучение рисков и ошибок реализации программ цифровой трансформации в компаниях различных отраслей экономики. А также влияние санкций на реализацию планов компаний по цифровизации своих процессов в 2022–2023 годах.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bouwman H., Nikou S., Molina-Castillo F., Reuver M. (2018) The impact of digitalization on business models. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 20 (2), 105–124.
2. Christian H. (2013). *Big data and the creative destruction of today's business models*. [online] Available at: [http://www.atkearney.fr/strategic-it/ideas-insights/article/-/asset\\_publisher/LCcgOeS4t85g/content/big-data-and-the-creative-destruction-of-today-s-business-models/10192](http://www.atkearney.fr/strategic-it/ideas-insights/article/-/asset_publisher/LCcgOeS4t85g/content/big-data-and-the-creative-destruction-of-today-s-business-models/10192) [Accessed 10.02.2023]
3. Constantiou I.D., Kallinikos J. (2015) New games, new rules: Big data and the changing context of strategy. *Journal of Information Technology*, 30 (1), 44–57.
4. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. (2014) Embracing Digital Technology. A New Strategic Imperative. *MIT Sloan management review*, 55 (2).
5. Hayashi A.M. (2014) Thriving in a big data world. *MIT Sloan Management Review*, 55, 35–39.
6. Henke N., Libarikian A., Wiseman B. (2016) *Straight talk about big data*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/straight-talk-about-big-data> [Accessed 16.01.2023]
7. Hess T., Matt C., Benlian A., Wiesböck F. (2016) Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15 (2), 123–139.
8. Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N. et al (2015) Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 1–25.
9. Kaufman I., Horton C. (2015) Digital Transformation: Leveraging Digital Technology with Core Values to Achieve Sustainable Business Goals. *The European Financial Review*, 63–67.
10. Kulatilaka N., Venkatraman N. (1999) Real options in the digital economy. *E-business*, 26–31.
11. Lawton L. (2015) The Leader's role in managing change. Five cases of technology enabled business transformation. *Global Business and Organizational Excellence*, 28–42.
12. Li W. (2016) E-Leadership through strategic alignment. An empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age. *Journal of Information Technology*, 2016, no. 31 (2), pp. 185–206.
13. Matt C., Hess T., Benlian A. (2014) Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering: Broadway*, 2014, no. 57 (5), pp. 339–343.
14. Parviainen P. (2017) Tackling the digitalization challenge. How to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5 (1), 63–77.
15. Schuchmann D., Seufert S. (2015) Corporate Learning in Times of Digital Transformation. A Conceptual Framework and Service Portfolio for the Learning Function in Banking Organizations. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 8 (1), 31–40. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijac.v8i1.4440>
16. Schwab K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
17. Schwartz E. (2001) *Digital Darwinism: 7 Breakthrough Business Strategies for Surviving in the Cut-throat Web Economy*. Broadway Books.



18. Sebastian I.M. (2017) How Big Old Companies Navigate Digital Transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16 (3), 197–213.
19. Von Leipzig (2017) Initializing customer-orientated digital transformation in enterprises. *Procedia Manufacturing*, 8, 517–524.
20. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. (2014) The Nine Elements of Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 1–6.
21. Исследование T1 Консалтинг: компании с высоким уровнем цифровизации превосходят конкурентов по объему продаж. (2022) [online] <https://www.t1-consulting.ru/press/news/issledovanie-t1-konsalting-kompanii-s-vysokim-urovнем-tsifrovizatsii-prevoskhodyat-konkurentov-po-ob/> [Accessed 09.02.2023]
22. *The Future of Jobs Report 2020*. [online] Available at: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf) [Accessed 11.02.2023]
23. *APEC Study on Innovation Mining Industry of Sustainable Growth* (2019) Reports.

## REFERENCES

1. Bouwman H, Nikou S., Molina-Castillo F., Reuver M. (2018) The impact of digitalization on business models. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 20 (2), 105–124.
2. Christian H. (2013). *Big data and the creative destruction of today's business models*. [online] Available at: [http://www.atkearney.fr/strategic-it/ideas-insights/article/-/asset\\_publisher/LCcgOeS4t85g/content/big-data-and-the-creative-destruction-of-today-s-business-models/10192](http://www.atkearney.fr/strategic-it/ideas-insights/article/-/asset_publisher/LCcgOeS4t85g/content/big-data-and-the-creative-destruction-of-today-s-business-models/10192) [Accessed 10.02.2023]
3. Constantiou I.D., Kallinikos J. (2015) New games, new rules: Big data and the changing context of strategy. *Journal of Information Technology*, 30 (1), 44–57.
4. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. (2014) Embracing Digital Technology. A New Strategic Imperative. *MIT Sloan management review*, 55 (2).
5. Hayashi A. M. (2014) Thriving in a big data world. *MIT Sloan Management Review*, 55, 35–39.
6. Henke N., Libarikian A., Wiseman B. (2016) *Straight talk about big data*. [online] Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/straight-talk-about-big-data> [Accessed 16.01.2023]
7. Hess T., Matt C., Benlian A., Wiesböck F. (2016) Options for Formulating a Digital Transformation Strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15 (2), 123–139.
8. Kane G.C., Palmer D., Phillips A.N. et al (2015) Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 1–25.
9. Kaufman I., Horton C. (2015) Digital Transformation: Leveraging Digital Technology with Core Values to Achieve Sustainable Business Goals. *The European Financial Review*, 63–67.
10. Kulatilaka N., Venkatraman N. (1999) Real options in the digital economy. *E-business*, 26–31.
11. Lawton L. (2015) The Leader's role in managing change. Five cases of technology enabled business transformation. *Global Business and Organizational Excellence*, 28–42.
12. Li W. (2016) E-Leadership through strategic alignment. An empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age. *Journal of Information Technology*, 2016, no. 31 (2), pp. 185–206.
13. Matt C., Hess T., Benlian A. (2014) Digital Transformation Strategies. *Business & Information Systems Engineering: Broadway*, 2014, no. 57 (5), pp. 339–343.
14. Parviainen P. (2017) Tackling the digitalization challenge. How to benefit from digitalization in practice. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 5 (1), 63–77.
15. Schuchmann D., Seufert S. (2015) Corporate Learning in Times of Digital Transformation. A Conceptual Framework and Service Portfolio for the Learning Function in Banking Organizations. *International Journal of Advanced Corporate Learning*, 8 (1), 31–40. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijac.v8i1.4440>
16. Schwab K. (2016) *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum.
17. Schwartz E. (2001) *Digital Darwinism: 7 Breakthrough Business Strategies for Surviving in the Cut-throat Web Economy*. Broadway Books.
18. Sebastian I.M. (2017) How Big Old Companies Navigate Digital Transformation. *MIS Quarterly Executive*, 16 (3), 197–213.

19. Von Leipzig (2017) Initializing customer-orientated digital transformation in enterprises. *Procedia Manufacturing*, 8, 517–524.

20. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. (2014) The Nine Elements of Digital Transformation. MIT Sloan Management Review, 1–6.

21. Исследование T1 *Konsalting: kompanii s vysokim urovnem cifrovizacii prevoskhodyat konkurentov po ob"emu prodazh.* (2022) [online] <https://www.t1-consulting.ru/press/news/issledovanie-t1-konsalting-kompanii-s-vysokim-urovnem-tsifrovizatsii-prevoskhodyat-konkurentov-po-ob/> [Accessed 09.02.2023]

22. *The Future of Jobs Report 2020.* [online] Available at: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf) [Accessed 11.02.2023]

23. *APEC Study on Innovation Mining Industry of Sustainable Growth* (2019) Reports.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

**НИКОЛАЕВА Екатерина Владимировна**

E-mail: kat\_sa@mail.ru

**Ekaterina V. NIKOLAEVA**

E-mail: kat\_sa@mail.ru

**БИРЮКОВА Екатерина Андреевна**

E-mail: rea-74@yandex.ru

**Ekaterina A. BIRYUKOVA**

E-mail: rea-74@yandex.ru

*Поступила: 17.03.2023; Одобрена: 21.04.2023; Принята: 24.04.2023.*

*Submitted: 17.03.2023; Approved: 21.04.2023; Accepted: 24.04.2023.*