

Научная статья

<https://doi.org/10.24412/2220-2404-2026-5-20>

УДК 622.7:338.45



Attribution

cc by

ИННОВАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ
В УСЛОВИЯХ СТРУКТУРНЫХ СДВИГОВ

Фирсов А.Б.

Самарский государственный экономический университет

Аннотация. В статье исследуется взаимосвязь между структурными изменениями в российской железорудной промышленности и внедрением цифровых технологий. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения устойчивости горно-металлургического комплекса в условиях исчерпания легкодоступных запасов и волатильности мировых цен. Цель работы — количественная оценка влияния технологической модернизации и освоения новых месторождений на экономическую эффективность горно-обогатительных комбинатов (ГОКов). Методологической базой послужили методы статистического анализа, включая расчет индексов структурных сдвигов (индекс Рябцева), корреляционно-регрессионный анализ панельных данных по группе ведущих ГОКов за 2010-2024 гг., а также методы бенчмаркинга. Эмпирическую базу составили данные Росстата, производственные отчеты компаний («Металлоинвест», «Северсталь», «НЛМК», «ЕВРАЗ»), сборники технико-экономических показателей ИГД УрО РАН, а также результаты внедрения цифровых решений (системы предиктивной аналитики, цифровые двойники). Результаты исследования демонстрируют статистически значимую связь между инвестициями в цифровую трансформацию и ростом производительности труда на 8–15%. На основе анализа структурных сдвигов в территориальном размещении производства предложена классификация факторов устойчивости, сгруппированных по технологическим, экономическим и организационно-управленческим направлениям.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат, железная руда, структурные сдвиги, цифровая трансформация, эффективность производства, инвестиционная активность.

Финансирование: инициативная работа.

Original article

INNOVATIVE MANAGEMENT OF MINING AND PROCESSING ENTERPRISES
IN THE CONTEXT OF STRUCTURAL SHIFTS

Alexander B. Firsov

Samara State University of Economics

Abstract. The article examines the relationship between structural changes in the Russian iron ore industry and the implementation of digital technologies. The relevance of the study is driven by the need to enhance the sustainability of the mining and metallurgical complex under conditions of depleting easily accessible reserves and global price volatility. The research aims to quantify the impact of technological modernization and the development of new deposits on the economic efficiency of mining and processing plants (MPPs). The methodological framework includes statistical analysis methods, such as calculating structural shift indices (Ryabtsev Index), correlation and regression analysis of panel data for a group of leading MPPs from 2010 to 2024, and benchmarking techniques. The empirical base comprises data from Rosstat, production reports of companies (Metalloinvest, Severstal, NLMK, EVRAZ), compilations of technical and economic indicators from the Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, and the results of implementing digital solutions (predictive analytics systems, digital twins). The results demonstrate a statistically significant relationship between investments in digital transformation and labor productivity growth of 8–15%. Based on an analysis of structural shifts in the territorial distribution of production, a classification of sustainability factors grouped by technological, economic, and organizational-managerial directions is proposed.

Keywords: mining and processing plant, iron ore, structural shifts, digital transformation, production efficiency, investment activity.

Funding: Independent work.

Введение.

Горно-обогатительные комбинаты являются фундаментальным звеном технологической цепочки горно-металлургического комплекса (ГМК), определяя сырьевую безопасность металлургического производства и, как следствие, конкурентоспособность конечной продукции на глобальных рынках [1;19, с. 45]. В последнее десятилетие отрасль столкнулась с си-

стемными вызовами, связанными с истощением богатых легкодоступных запасов, что ведет к вовлечению в переработку руд с более низким содержанием полезного компонента и усложнением горно-геологических условий. Как отмечают Ю.А. и Л.С. Плакиткины, это требует перехода от экстенсивной модели развития к интенсивной, основанной на цифровизации и повышении эффективности использования ресурсов [16, с. 22–30].

Параллельно с ухудшением качественных характеристик сырья, в отрасли происходят существенные структурные сдвиги. Они выражаются не только в территориальной перегруппировке производственных мощностей (в сторону Центрального и Уральского регионов), но и в изменении структуры выпускаемой продукции в пользу высококачественных окатышей и горячебрикетированного железа (ГБЖ). Эти сдвиги требуют адекватной модернизации производственной инфраструктуры и, что особенно важно, внедрения принципиально новых методов управления на основе технологий Индустрии 4.0.

Внедрение цифровых платформ и аналитики больших данных рассматривается в современной литературе как ключевой драйвер устойчивого развития [16, с. 226;20, с. 139–140]. Работы А.Д. Гвишиани и И.М. Никитиной показывают потенциал использования больших данных для оптимизации процессов обогащения [3], а исследования М.В. Рыльниковой и соавторов подтверждают эффективность применения искусственного интеллекта для построения предиктивных моделей [17]. Однако, несмотря на наличие обширной теоретической базы, комплексных исследований, количественно оценивающих влияние цифровизации на экономическую эффективность работы ГОКов в контексте происходящих структурных сдвигов, недостаточно.

Целью данного исследования является количественная оценка влияния структурных сдвигов (освоение новых месторождений, изменение качества руды) и внедрения цифровых технологий на ключевые показатели эффективности российских горно-обогатительных предприятий.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать динамику основных производственных и финансовых показателей ведущих ГОКов;
- выявить и количественно оценить структурные сдвиги в отраслевом производстве;
- определить корреляционную связь между инвестициями в цифровую трансформацию и ростом производительности труда;
- классифицировать факторы, обеспечивающие устойчивость предприятий в современных условиях.

Материалы и методы.

Методологическая основа исследования базируется на принципах системного анализа и экономико-статистического моделирования. Информационную базу составили данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат) за 2010–2024 гг., годовые отчеты и данные финансовой отчетности (МСФО) ключевых отраслевых компаний: ПАО «НЛМК» (АО «Стойленский ГОК»), УК «Металлоинвест» (АО «Лебединский ГОК»), АО «Михайловский ГОК»), ПАО «Северсталь» (АО «Карельский окатыш»), ООО «ЕвразХолдинг» (АО «ЕВРАЗ КГОК»), АО «ЕВРАЗ ЗСМК»). Также использовались материалы сборников

технико-экономических показателей (ТЭП) горных предприятий, издаваемых Институтом горного дела УрО РАН за период 1990–2022 гг. [5,6], что позволило проанализировать долгосрочные тренды.

Для оценки структурных сдвигов в территориальном и технологическом разрезах применялся индекс Рябцева, который считается более устойчивым к случайным факторам по сравнению с линейными коэффициентами. Для выявления зависимости между инвестициями в модернизацию и ключевыми показателями эффективности использовались методы корреляционно-регрессионного анализа панельных данных. В качестве зависимых переменных рассматривались производительность труда (т/чел.) и рентабельность продаж по EBITDA. В качестве независимых — удельные капитальные затраты на одного работника (руб./чел.) и качественные показатели, отражающие уровень цифровизации (наличие систем предиктивной аналитики, цифровых двойников, интегрированных платформ управления). Информация о внедрении цифровых решений была собрана из открытых корпоративных отчетов и отраслевых обзоров (Deloitte, McKinsey). Анализ данных проводился в программном пакете SPSS Statistics.

Результаты.

Проведенный анализ подтвердил высокую степень концентрации производства в российской железорудной промышленности. На долю пяти крупнейших ГОКов (Лебединский, Михайловский, Стойленский, Качканарский, Костомукшский) в 2024 г. приходилось более 70% всей добычи сырой руды. Территориальная структура производства за период 2010–2024 гг. претерпела существенные изменения. Значение индекса Рябцева, рассчитанное для распределения объемов добычи между Центральным, Уральским, Северо-Западным и Сибирским регионами, составило 0,27, что свидетельствует о наличии заметных структурных сдвигов (табл. 1).

Таблица 1 - Динамика добычи сырой железной руды по регионам России в 2010–2024 гг., млн. т.

Регион	2010	2015	2020
Центральный	112,3	125,6	119,3
Уральский	60,5	62,1	67,2
Северо-Западный	53,1	55,3	58,0
Сибирский	23,2	17,2	14,5
Россия, всего	249,1	260,2	259,0

Источник: составлено автором по данным Росстата [18] и сборников ТЭП [5,6].

Анализ показывает, что основным драйвером роста добычи в последние годы является Центральный регион (КМА), чья доля выросла с 45,1% в 2010 г. до 47,1% в 2024 г. Это связано с вводом новых мощностей на Стойленском ГОКе и стабильной работой Лебединского и Михайловского комбинатов. Одновременно продолжается сокращение доли Сибири, что объясняется истощением запасов в ряде месторождений и снижением экономической эффективности их разработки. На этом фоне стратегическое значение приобретает

освоение новых месторождений, таких как Яковлевское (входит в состав ПАО «Северсталь»), запасы которого характеризуются аномально высоким содержанием железа (до 61%) [15]. Однако, как показал анализ, эффект от вовлечения таких месторождений в оборот не является автоматическим и требует значительных инвестиций в инфраструктуру и управление качеством.

Параллельно с территориальными сдвигами происходит технологическая трансформация. За период 2015-2024 гг. производство железорудного концентрата выросло на 12,1%, а производство окатышей — на 23,5%. Опережающий рост производства окатышей (продукции с высокой добавленной стоимостью) является позитивным структурным сдвигом. Анализ финансовых показателей ведущих предприятий выявил прямую корреляцию между уровнем технологического развития и устойчивостью бизнеса (табл. 2). Таблица 2. Финансово-экономические показатели ведущих ГОКов России в 2024 г.

Показатель	Стойленский ГОК	Лебединский ГОК	Качканарский ГОК
Выручка, млрд руб.	165,6	412,0	125,8
Чистая прибыль, млрд руб.	86,2	164,8	36,5
Рентабельность продаж (по чистой прибыли), %	52,1	40,0	29,0
Производительность труда (товарная руда), т/чел.	2 184	2 474	1 424
Инвестиции в цифровизацию (оценка), млн руб./год	1 500	3 200	800

Источник: составлено автором по данным годовых отчетов компаний [2,14,15] и отраслевым обзорам [21,22].

Высокая рентабельность (52,1%) и производительность труда Стойленского ГОКа, достигнутые в 2024 г., являются результатом масштабной программы модернизации, включающей внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) и обновление дробильно-обогатительного оборудования. Лебединский ГОК, являясь лидером по абсолютным показателям и производительности труда, также активно инвестирует в цифровые технологии, в частности, в развитие систем моделирования горных работ и управления качеством руды.

Регрессионный анализ панельных данных по 8 крупнейшим ГОКам за 2018-2024 гг. показал статистически значимую ($p < 0,05$) связь между объемом инвестиций в цифровую трансформацию (CAPEX_{dig}) и ростом производительности труда.

Полученное уравнение регрессии в линейной форме имеет вид:

$$\Delta Prodit = 0.12 + 0.00023 \cdot CAPEXdigit + \epsilon it$$

где $\Delta Prodit$ — годовой прирост производительности труда (т/чел.),

CAPEXdigit — удельные инвестиции в цифровые технологии на одного работника (руб./чел.).

Коэффициент детерминации R2R2 составил 0,57, что свидетельствует о значительном влиянии данного фактора. Расчеты показывают, что увеличение удельных инвестиций на 1 млн руб./чел. ассоциируется с ростом производительности труда в среднем на 230 т/чел., что согласуется с оценками, приведенными в работах [13,3,25].

Обсуждение.

Полученные результаты позволяют сформулировать концептуальную модель факторов устойчивости горно-обогатительных предприятий в условиях современных вызовов.

В отличие от традиционного подхода, фокусирующегося на геологических и экономических факторах, предложенная модель включает в себя три взаимосвязанных блока: технологический, организационно-управленческий и ресурсно-экологический.

Технологический блок в современных условиях определяется не только мощностью оборудования, но и степенью его «цифровой зрелости». Как показывают примеры Стойленского и Лебединского ГОКов, именно инвестиции в системы предиктивной аналитики, и цифровые двойники позволяют снизить простой оборудования, оптимизировать режимы работы и, как следствие, повысить производительность [2,15].

Организационно-управленческий блок включает в себя не только корпоративное управление, но и формирование долгосрочных партнерских отношений в рамках вертикально интегрированных компаний (ВИМК).

Исследование Д.А. Лунькина [10] показывает, что эффективность взаимодействия между ГОКами и металлургическими комбинатами является ключевым фактором достижения синергии в рамках холдинга. Наши данные подтверждают, что более тесная интеграция (наличие долгосрочных контрактов, единых стандартов качества) позволяет снижать транзакционные издержки и согласовывать планы развития.

Ресурсно-экологический блок приобретает особую значимость в свете освоения новых месторождений. Вовлечение в переработку руд с измененными свойствами требует не только новых технологий обогащения, но и более сложных систем управления хвостохранилищами и водопотреблением. Цифровые платформы устойчивого развития, интегрирующие экологические метрики, становятся неотъемлемой частью корпоративной стратегии [9,12]. Однако существуют и ограничения. Высокая капиталоемкость цифровых проектов делает их недоступными для малых предприятий. Кроме того, проведенный анализ показал, что эффект от цифровизации носит нелинейный

характер: первоначальные инвестиции в инфраструктуру (сбор и консолидация данных) имеют длительный срок окупаемости, в то время как внедрение конкретных аналитических приложений (например, предиктивного обслуживания) дает быстрый эффект.

Таким образом, устойчивое развитие горно-обогатительных предприятий в текущих условиях должно базироваться на комплексной стратегии, сочетающей освоение новых высококачественных месторождений с форсированной цифровой трансформацией всех ключевых бизнес-процессов, что позволяет нивелировать негативное влияние ухудшения горно-геологических условий на традиционных активах. Предложенная классификация факторов и выявленные количественные закономерности могут служить инструментом для разработки корпоративных стратегий и оценки инвестиционной привлекательности цифровых проектов в отрасли.

Заключение.

Проведенное исследование показало, что российская горно-обогатительная промышленность находится в стадии активной структурной и технологической перестройки.

С одной стороны, наблюдается территориальная консолидация производства в Центральном регионе и сокращение доли Сибири, а с другой — технологический сдвиг в сторону производства продукции с более высокой добавленной стоимостью (окатыши, ГБЖ). В этих условиях освоение новых стратегических месторождений, таких как Яковлевское, является кри-

тически важным для компенсации выбывающих мощностей и ухудшения качества руды на действующих карьерах.

Однако, как показал корреляционный анализ, успех освоения новых запасов напрямую зависит от синхронной модернизации управления и внедрения цифровых технологий. Количественная оценка, проведенная в работе, подтверждает статистически значимую связь между инвестициями в цифровизацию и ростом производительности труда на ведущих ГОКах России.

Предложенная модель факторов устойчивости, включающая технологический (цифровая зрелость), организационно-управленческий (интеграция в ВИМК) и ресурсно-экологический блоки, позволяет системно подойти к формированию стратегии развития предприятий.

Практическая значимость работы заключается в том, что ее результаты могут быть использованы руководством горных компаний для обоснования приоритетов инвестиционной политики, а также государственными органами при разработке мер по стимулированию инновационной активности в отрасли.

Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным анализом экономической эффективности конкретных цифровых решений (например, систем диспетчеризации карьерного автотранспорта) и разработкой методик оценки синергетического эффекта от интеграции цифровых платформ в рамках единой технологической цепочки ГМК.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование в формате double-blind peer review (рецензенту неизвестны имя и должность автора, автору неизвестны имя и должность рецензента). Рецензия может быть предоставлена заинтересованным лицам по запросу.

Список источников:

1. Агранов, А. П. Особенности функционирования горно-металлургического комплекса Российской Федерации / А. П. Агранов, И. Н. Люкевич // Экономика и Индустрия 5.0 в условиях новой реальности (ИНПРОМ-2022) : сборник трудов всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием, Санкт-Петербург, 28-30 апреля 2022 года. - Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. - С. 579-583. DOI: 10.18720/IEP/2022.1/161 EDN: NRJYMN
2. АО "Металлоинвест". Годовой отчет 2024. - М., 2025. - 156 с.
3. Гвишиани А.Д., Никитина И.М., Алёшин И.М. Большие данные как продукт обогатительной фабрики: реальность и перспективы на примере угля. *Russian Journal of Earth Sciences*. 2023;23(3):ES0011. DOI: 10.2205/2023ES000862 EDN: NGHRBVH
4. Инновационная деятельность при добыче полезных ископаемых / В. В. Великороссов, С. А. Филин, С. Л. Озеров [и др.] // Экономика и управление: проблемы, решения. - 2023. - Т. 3, № 7(139). - С. 135-148. DOI: 10.36871/ek.up.r.r.2023.07.03.016 EDN: ZSUDHP
5. Институт горного дела УрО РАН. Технико-экономические показатели горных предприятий за 1990-2006 гг. / под ред. А.И. Павлова. - Екатеринбург, 2007. - 329 с.
6. Институт горного дела УрО РАН. Технико-экономические показатели горных предприятий за 2015-2022 гг. / под ред. А.И. Павлова. - Екатеринбург, 2023. - 190 с.
7. Интервью гендиректора ПАО "Северсталь" А. Шевелева газете "Промышленные ведомости" // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://samolet.media/posts/3487> (дата обращения: 23.02.2024).
8. Кадырова Г.М., Красюкова Н.Л., Рождественская И.А., Токмурзин Т.М., Воронова Е.И. Адаптивная оптимизация транспортных потоков внутри подземных выработок на базе методов искусственного интеллекта. *Горная промышленность*. 2025;(1):137-146. DOI: 10.30686/1609-9192-2025-1-137-146 EDN: YRRBVD
9. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация и технологическая независимость горнодобывающей отрасли. *Горная промышленность*. 2022;(5):74-78. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-5-74-78 EDN: LYRRGH

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are reviewed in the double-blind peer review format (the reviewer does not know the name and position of the author, the author does not know the name and position of the reviewer). The review can be provided to interested persons upon request.

10. Лунькин Д.А. Совершенствование интеграционного взаимодействия горно-обогатительных и металлургических компаний (корпоративные и стратегические аспекты): диссертация... кандидата экономических наук: 08.00.05 / Лунькин Дмитрий Александрович. - Москва, 2020. - 184 с.
11. Мацко Н.А., Харитонова М.Ю. Влияние цифровизации на производительность горнодобывающих отраслей. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2025;(10):153-166. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_10_0_153 EDN: SJOFOE
12. Моттаева А.Б., Крупнов Ю.А., Моттаева А.Б. Цифровые платформы как драйверы устойчивого экономического развития горных компаний. Горная промышленность. 2026;(1):74-82. DOI: 10.30686/1609-9192-2026-1-74-82 EDN: TFYWNP
13. Панина О.В., Попадюк Н.К., Еремин С.Г., Токмурзин Т.М., Разумова Е.В. Применение технологий BigData для оптимизации производственных процессов в горнодобывающей промышленности России: анализ внедрения и эффективности. Горная промышленность. 2024;(6):178-185. DOI: 10.30686/1609-9192-2024-6-178-185 EDN: GWKOKT
14. ПАО "НЛМК". Годовой отчет 2024. - Липецк, 2025. - 178 с.
15. ПАО "Северсталь". Годовой отчет 2024. - Череповец, 2025. - 152 с.
16. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Цифровизация экономики угольной промышленности России - от "Индустрии 4.0" до "Общества 5.0". Горная промышленность. 2018;(4):22-30. // [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/13932-tsifrovizatsiya-ekonomiki-ugolnoj-promyshlennosti-rossii-ot-industrii94-0-do-obshchestva-5-0> (дата обращения: 23.02.2024). DOI: 10.30686/1609-9192-2018-4-140-22-30 EDN: XWBJNZ
17. Рыльникова М.В., Клебанов Д.А., Макеев М.А., Кадочников М.В. Применение искусственного интеллекта и перспективы развития аналитических систем больших данных в горной промышленности. Горная промышленность. 2022;(3):89-92. DOI: 10.30686/1609-9192-2022-3-89-92 EDN: OEXFGE
18. Федеральная служба государственной статистики. Промышленное производство в России. 2024: статистический сборник. - М.: Росстат, 2024. - 245 с.
19. Хашева, З. М. Экономика горного производства: учебное пособие / З.М. Хашева, В.И. Голик. - Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2024. - 193 с.
20. Flores-Castañeda R.O., Olaya-Cotera S., López-Porras M., Tarmeño-Juscamaíta E., Iparraguirre-Villanueva O. Technological advances and trends in the mining industry: a systematic review. Mineral Economics. 2025;38(2):221-236. DOI: 10.1007/s13563-024-00455-w EDN: GUNOKV
21. Global iron ore industry report 2024 // Mining Journal. - London, 2024. - 98 p.
22. World Mining Data 2024 / Federal Ministry of Finance of Austria. - Vienna, 2024. - 156 p.

References:

1. Agranov, A. P. Features of the functioning of the mining and metallurgical complex of the Russian Federation / A. P. Agranov, I. N. Lukevich // Economics and Industry 5.0 in the New Reality (INPROM-2022) : Proceedings of the All-Russian Scientific and practical conference with foreign participation, St. Petersburg, April 28-30, 2022. Saint Petersburg: POLYTECH PRESS, 2022. pp. 579-583. Identification number: 10.18720/IEP/2022.1/161 EDITED: NRJYMN
2. Metalloinvest JSC. Annual report 2024. - M., 2025. - 156 p.
3. Gvishiani A.D., Nikitina I.M., Alyoshin I.M. Big data as a product of a processing plant: reality and prospects on the example of coal. Russian Journal of Earth Sciences. 2023;23(3): ES0011. DOI: 10.2205/2023ES000862 EDN: NGHRBH
4. Innovation activity in mining / V. V. Velikorossov, S. A. Filin, S. L. Ozerov [and others] // Economics and management: problems, solutions. - 2023. - Vol. 3, No. 7(139). - pp. 135-148. Identification number: 10.36871/release date:2023.07.03.016 EDITED number: ZSUDHP
5. Institute of Mining, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Technical and economic indicators of mining enterprises for 1990-2006 / edited by A.I. Pavlov. - Yekaterinburg, 2007. - 329 p.
6. Institute of Mining, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Technical and economic indicators of mining enterprises for 2015-2022 / edited by A.I. Pavlov. Yekaterinburg, 2023. 190 p
7. Interview of the CEO of PJSC Severstal A. Shevelev to the newspaper Promyshlennyye Vedomosti // [Electronic resource]. - Access mode: <https://samolet.media/posts/3487> (date of request: 02/23/2024).
8. Kadyrova G.M., Krasnyukova N.L., Rozhdestvenskaya I.A., Tokmurzin T.M., Voronova E.I. Adaptive optimization of traffic flows inside underground workings based on artificial intelligence methods. Mining industry. 2025;(1):137-146. Identification number: 10.30686/1609-9192-2025-1-137-146 EDITED number: YRRBVD
9. Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Digital transformation and technological independence of the mining industry. Mining industry. 2022;(5):74-78. Identification number: 10.30686/1609-9192-2022-5-74-78 ed.: LIIRGH
10. Lunkin D.A. Improving the integration interaction of mining and processing and metallurgical companies (corporate and strategic aspects): dissertation... Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / Lunkin Dmitry Alexandrovich. - Moscow, 2020. - 184 p.
11. Matsko N.A., Kharitonova M.Y. The impact of digitalization on the productivity of mining industries. Mining information and analytical bulletin. 2025;(10):153-166. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_10_0_153 REGISTRATION number: SJOFOE
12. Mottaeva A.B., Krupnov Yu.A., Mottaeva A.B. Digital platforms as drivers of sustainable economic development of mining companies. Mining industry. 2026;(1):74-82. Identification number: 10.30686/1609-9192-2026-1-74-82 EDITED number: TFYWNP
13. Panina O.V., Popadyuk N.K., Eremin S.G., Tokmurzin T.M., Razumova E.V. The use of technologies in all fields of activity to optimize production processes in the mining industry of Russia: implementation and effectiveness analysis. Mining industry. 2024;(6):178-185. Identification number: 10.30686/1609-9192-2024-6-178-185 EDITED number: GWKOKT
14. NLMK PJSC. Annual Report 2024. - Lipetsk, 2025. - 178 p.
15. PJSC Severstal. Annual Report 2024. Cherepovets, 2025. 152 p.
16. Plakitkin Yu.A., Plakitkina L.S. Digitalization of the economy of the Russian coal industry - from "Industry 4.0" to "Society 5.0". Mining industry. 2018;(4):22-30. // [Electronic resource]. - Access mode: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/13932-tsifrovizatsiya-ekonomiki-ugolnoj-promyshlennosti-rossii-ot-industrii94-0-do-obshchestva-5-0> (date of request: 02/23/2024). Identification number: 10.30686/1609-9192-2018-4-140-22-30 EDITED number: XWBJNZ

-
-
17. Rylnikova M.V., Klebanov D.A., Makeev M.A., Kadochnikov M.V. Application of artificial intelligence and prospects for the development of big data analytical systems in the mining industry. *Mining industry*. 2022;(3):89-92. Identification number: 10.30686/1609-9192-2022-3-89-92 EDITED number: OEXFGE
18. Federal State Statistics Service. *Industrial production in Russia. 2024: statistical collection*. Moscow: Rosstat, 2024. 245 p.
19. Khasheva, Z. M. *Economics of mining production: textbook* / Z.M. Khasheva, V.I. Golik. - Moscow: RIOR: INFRA-M, 2024. - 193 p.
20. Flores-Castaneda R.O., Olaya-Cotera S., Lopez-Porras M., Tarmeno-Huskamaita E., Iparraguirre-Villanueva O. *Technological progress and trends in the mining industry: a systematic review*. *The economics of minerals*. 2025;38(2):221-236. DOI: 10.1007/s13563-024-00455- email <url>: GUNOKV
21. *Global report on the Iron ore industry for 2024* // *Mining Journal*. - London, 2024. - 98 p.
22. *World mining data for 2024* / *Federal Ministry of Finance of Austria*. - Vienna, 2024. - 156 p.

Информация об авторе:

Фирсов Александр Борисович, аспирант института менеджмента, Самарский государственный экономический университет, Самара, Россия, firsovalexander99@gmail.com, ORCID 0009-0005-9703-4593

Alexander B. Firsov, Postgraduate Student at the Institute of Management, Samara State University of Economics, Samara, Russia.

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 26.03.2026;

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing 15.04.2026;

Принята к публикации / Accepted for publication 20.05.2026.

Автором окончательный вариант рукописи одобрен.