

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ · DIGITALIZATION AND MANAGEMENT

Вестник МИРБИС. 2025. № 2 (42): С. 35–42.  
Vestnik MIRBIS. 2025; 2 (42): 35–42.

Научная статья  
УДК: 338.012  
DOI: 10.25634/MIRBIS.2025.2.4

### Модель оценки риска инновационной и инвестиционной деятельности угольной промышленности в условиях цифровизации

**Мария Сергеевна Скиба** — Национальный исследовательский университет «МЭИ». Москва, Россия. [SkibaMS@mpei.ru](mailto:SkibaMS@mpei.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5710-3364>

**Аннотация.** Ускоряющийся темп цифровой трансформации меняет парадигмы управления рисками, особенно в капиталоемких секторах, в частности, в угольной промышленности. В этом исследовании представлены теоретические модели, разработанные для оценки рисков, связанных с инновационной и инвестиционной деятельностью в угольном секторе в контексте цифровизации. Предлагаемые модели систематически оценивают факторы риска, характерные для сектора, а именно операционные, технологические, финансовые и рыночные риски, при этом учитывая влияние цифровых технологий на каждую из этих категорий рисков. Методологически модели используют машинное обучение, вероятностную оценку рисков и экономическое моделирование для предоставления количественных и качественных сведений. Результаты показывают, что цифровизация одновременно смягчает определенные элементы риска и вносит новые риски, тем самым влияя на стратегические решения в области инвестиций и инноваций. Практическая применимость моделей демонстрируется с помощью тематических исследований, определяющих их эффективность в оптимизации ресурсов, повышении точности решений и укреплении устойчивости к меняющимся рыночным и технологическим ландшафтам. Кроме того, в статье предлагаются стратегические рекомендации по управлению рисками, связанными с цифровизацией в угольной промышленности, и освещаются потенциальные направления будущих исследований моделей риска в энергоемких секторах.

**Ключевые слова:** оценка рисков, инновации, инвестиции, угольная промышленность, цифровизация, модель управления рисками, технологическое воздействие.

**Для цитирования:** Скиба М. С. Модель оценки риска инновационной и инвестиционной деятельности угольной промышленности в условиях цифровизации.  
DOI: 10.25634/MIRBIS.2025.2.4 // Вестник МИРБИС. 2025; 2: 35–42.

JEL: E22

Original article

### Model for assessing the risk of innovation and investment activities in the coal industry in the context of digitalization

**Maria S. Skiba** — National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow, Russia. [SkibaMS@mpei.ru](mailto:SkibaMS@mpei.ru), <https://orcid.org/0000-0002-5710-3364>

**Abstract.** The accelerating pace of digital transformation is profoundly changing risk management paradigms, especially in capital-intensive sectors, in particular the coal industry. This study presents theoretical models developed to assess the risks associated with innovation and investment activities in the coal sector in the context of digitalization. The proposed models systematically assess sector-specific risk factors, namely operational, technological, financial and market risks, while taking into account the impact of digital technologies on each of these risk categories. Methodologically, the models use machine learning, probabilistic risk assessment and economic modeling to provide quantitative and qualitative insights. The results show that digitalization simultaneously mitigates certain risk elements and introduces new risks, thereby influencing strategic investment and innovation decisions. The practical applicability of the models is demonstrated through case studies that determine their effectiveness in optimizing resources, improving decision accuracy and strengthening resilience to changing market and technological landscapes. Furthermore, the paper offers strategic recommendations for managing risks associated with digitalization in the coal industry and highlights potential directions for future research on risk models in energy-intensive sectors.

**Key words:** risk assessment, innovation, investment, coal industry, digitalization, risk management model, technological impact.

**For citation:** Skiba M. S. Model for assessing the risk of innovation and investment activities in the coal industry in the context of digitalization. DOI: 10.25634/MIRBIS.2025.2.4. *Vestnik MIRBIS*. 2025; 2: 35–42 (in Russ.).

JEL: E22

## Введение

Угольная промышленность исторически служила фундаментальным компонентом мирового производства энергии, однако в настоящее время она сталкивается с рядом беспрецедентных проблем и возможностей в эпоху, характеризующуюся быстрой цифровизацией и развивающейся рыночной динамикой. Угольный сектор вынужден лавировать под двойным давлением повышенного контроля со стороны регулирующих органов и потребности в устойчивых операционных практиках. Следовательно, разработка надежной модели оценки рисков, связанных с инновационной и инвестиционной деятельностью в этом контексте, является актуальной. Поэтому в статье представлена комплексная структура оценки рисков, специально разработанная для угольной промышленности, с особым акцентом на уникальные сложности, привнесенные цифровыми технологиями.

Цифровизация имеет потенциал для революции в угольной промышленности за счет повышения эффективности, улучшения протоколов безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду. Тем не менее, она также создает новые риски, особенно уязвимость к угрозам кибербезопасности и проблемы технологического устаревания. Внедрение структурированной стратегии управления рисками позволит заинтересованным сторонам реагировать в этих неопределенностях и принимать обоснованные решения относительно инвестиций в инновационные решения.

Цель статьи — обобщить основные компоненты эффективной модели оценки рисков угольной отрасли под воздействием цифровизации. С помощью систематического анализа реализуется стремление предоставить действенные идеи, помогающие заинтересованным сторонам в угольной индустрии использовать инновации, эффективно управляя сопутствующими рисками для устойчивой и стабильной будущей работы.

Методология исследования. Цифровая трансформация угольных предприятий является областью интересов как в российских, так и в мировых

исследованиях, при этом ученые концентрируются на внедрении цифровых технологий, организационной готовности к цифровым инновациям и формировании конкурентоспособных цифровых стратегий. Российские исследователи (Лазаренко Ю., [Digital Transformation... 2021] Моттаева А. и Гордеева Ю., Семенов Ю. и др.) сосредоточены на интеграции цифровых решений в горнодобывающие операции, на структуре цифровой трансформации и развитии моделей риска для угольной промышленности. Международные исследователи (Parida V. et al, Ayeisha B. и Anggoro Y., Belotti V. et al, Ren X. et al и другие) изучают проблемы, новые тенденции и влияние цифровизации на устойчивое развитие отрасли и разрабатывают новые модели оценки риска в угольной индустрии. Несмотря на исследовательские усилия, цифровая трансформация в угольной промышленности все еще является развивающейся областью, которая требует инновационных методов, обновленных подходов и дополнительных исследований.

В этом исследовании анализируются риск-модели в угольной отрасли в условиях цифровизации посредством систематического обзора литературы, сосредоточенного на цифровизации и моделях оценки риска. Как подчеркивают Parida V. et al Parida 2019, систематические обзоры отличаются от общих обзоров тем, что следуют прозрачному и воспроизводимому процессу, который снижает предвзятость и повышает достоверность данных, тем самым давая более надежные выводы [Parida 2019]. Соответственно, методология статьи основана на системном подходе, используемом для сбора данных и информации для принятия решений.

В обзоре использовались базы данных российских и зарубежных научных журналов для охвата рецензируемых исследований по нескольким дисциплинам. Соответствующие исследования были выявлены с помощью ключевых слов и уточнены на основе структурированного четырехэтапного процесса:

1. Первоначальный фильтр качества исключил доклады конференций, комментарии и рецензии книг, сосредоточившись вместо этого на

статьях журналов, независимо от рейтинга журнала. Поиск был ограничен областями бизнеса, экономических наук и наук о данных и выявил 20 соответствующих статей, которые были организованы для анализа.

2. Затем статьи были дополнительно отображены, чтобы отдать приоритет тем, которые уделяют внимание цифровизации и элементам оценки рисков, связанным с угольной промышленностью. После просмотра работ были отобраны только исследования, в которых цифровизация является центральным компонентом риск-моделей, что сузило список до 9 статей.

3. Каждая статья была подробно рассмотрена, списки ссылок были проанализированы для поиска дополнительных релевантных исследований, что дополнило итоговый анализ еще 2 статьями (всего 11 работ).

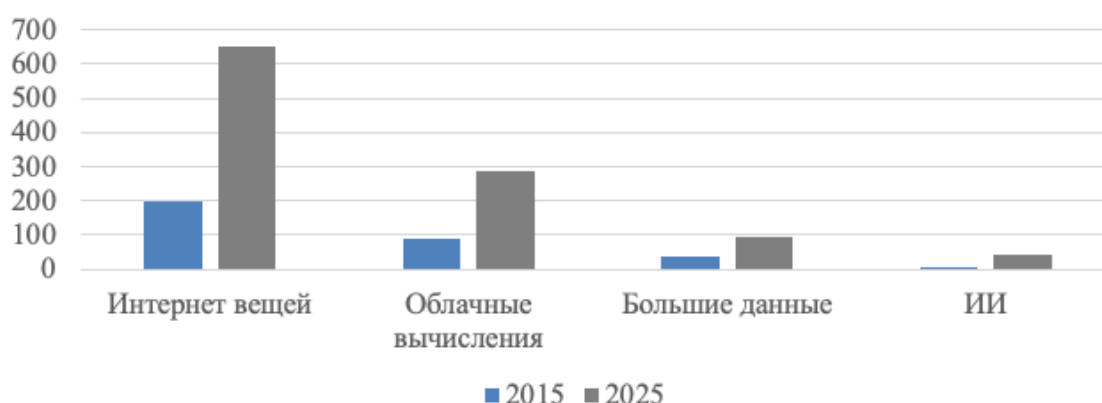
4. Наконец, из выделенных работ были отобраны три современные модели оценки рисков, которые имеют подтвержденные результаты исследований.

По итогу исследование использует существующие научные работы, статистические данные и аналитические отчеты, применяя систематиче-

ский анализ и визуальные методы для оценки рисков в обозначенной отрасли.

### Материалы исследования

Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) — это преобразующая сила, которая изменяет ядро современного общества. В период с 2020 по 2023 год значительное внимание уделяется быстрому развитию ИКТ в определенных секторах. Международный союз электросвязи выделяет четыре ключевые технологии: Интернет вещей (IoT), облачные вычисления, аналитику больших данных и искусственный интеллект (ИИ), в качестве основных драйверов цифровой трансформации [Mottaeva 2024]. На рисунке 1 представлены размеры их рынка с 2015 года вместе с прогнозами на 2025 год. Цифровизация стала катализатором изменений во многих отраслях, особенно в секторе добычи угля. Интеграция цифровых технологий революционизирует операции по добыче угля, повышая их эффективность, безопасность и устойчивость. Использование цифровых позволяет поддерживать конкурентоспособность на рынке, улучшать качество обслуживания клиентов и оптимизировать эффективность работы.



**Рис. 1.** Динамика размера рынка цифровых технологий, в млрд долл.

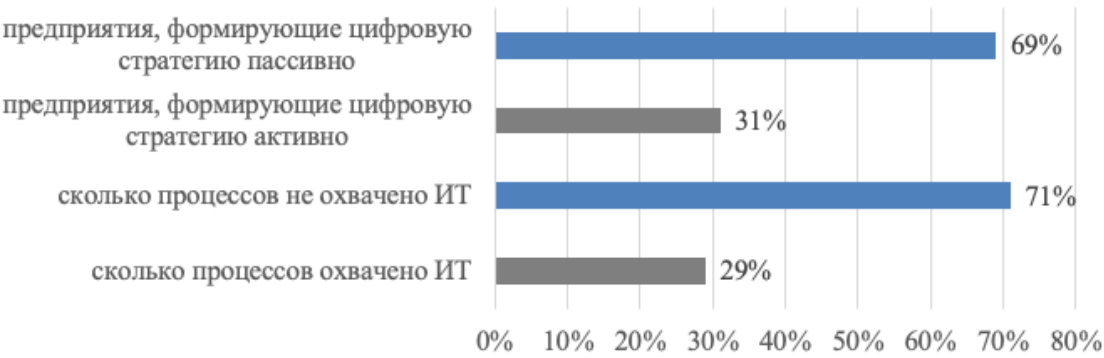
Источник: составлено автором на основе [Mottaeva 2024]

В течение следующих пяти лет угольная промышленность планирует повысить эффективность производства за счет оцифровки 80–85 % своих процессов, переходя к «умным шахтам» в соответствии с Индустрией 4.0. На рисунке 2 представлена степень вовлеченности угольных предприятий в процессы цифровой трансформации. Исследования компании Reksoft показывают, что только 31 % предприятий активно разрабатывают цифровую стратегию, а 29 % инте-

грировали цифровые технологии в большинство своих процессов. Остальные предприятия либо находятся на ранних стадиях цифровой трансформации, либо внедрили цифровые решения лишь в нескольких ключевых областях [Mottaeva 2024]. При этом внедрение цифровых технологий осложняется сложными операциями, удаленными местами добычи, стареющим оборудованием и значительными затратами на модернизацию. Кроме того, цели устойчивого развития требуют

ответственного использования энергии и управления окружающей средой на фоне волатильности цен и роста эксплуатационных расходов. Для соответствия современным стандартам и реагирования на меняющиеся экономические и политические ландшафты для угольных компаний стало важным стратегическое переосмысление отрасли и оценки рисков [Semenov 2020]. Поскольку компании, которые не успевают за

быстрыми преобразованиями, вызванными этой революцией, рискуют отстать и стать менее конкурентоспособными по сравнению с другими в своем секторе [Digital Transformation... 2021]. Ведь цифровизация стала значимой тенденцией в угольной промышленности, став критическим фактором выживания, поскольку она способствует также улучшению анализа и моделирования рисков [Löw 2019].



**Рис. 2.** Уровень цифровизации в угольной промышленности  
*Источник: составлено автором на основе [Моттаева 2024]*

Внешняя среда, влияющая на инвестиции в добычу угля, характеризуется значительной неопределенностью, обусловленной факторами изменения политики, колебания рыночного спроса, технологических инноваций и стихийных бедствий. Перечисленные параметры снижают доходность инвестиций и приводят к провалам проектов. Изменения в регулировании существенно влияют как на добычу, так и на продажу угля, в то время как волатильность рынка приводит к непредсказуемым колебаниям цен. Более того, достижения в области цифровых технологий делают существующие методы разведки и добычи устаревшими, а стихийные бедствия наносят прямой ущерб горнодобывающим операциям [Tang 2022]. Следовательно, как страны, так и корпорации все больше мотивируются на поиск более стабильных энергетических альтернатив, что обусловлено нестабильностью цен на ископаемое топливо и энергоснабжением. Пренебрежение инновационными и инвестиционными рисками провоцирует финансовые кризисы и крах бизнеса, что выявляет острую необходимость в надежных методологиях оценки рисков в угольной промышленности. Традиционные структуры оценки рисков зависят от исторических данных, которые не всегда адекватно отражают текущие динамичные рыночные условия [Shang 2023].

Для решения этих проблем в литературе представлены современные методики расчета инвестиционных и инновационных рисков в угольной промышленности, учитывающих факторы цифровизации. В исследовании Ren X. et al. (2024) используется трехчастная скрытая полумарковская модель, выступающая в качестве передового аналитического инструмента для оценки рисков, которая позволяет управлять неопределенностью и нелинейными отношениями в данных временных рядов. Модель специально разработана для систематического мониторинга рисков, связанных с инвестициями в добычу угля, что позволяет венчурным компаниям выявлять потенциальные кризисы на ранней стадии на основе критических экономических показателей. Модель также нацелена на упреждающее управление рисками для смягчения финансовых неудач, поскольку традиционные модели финансового предупреждения оказываются неэффективными из-за их зависимости от исторических данных, которые неточно отражают преобладающие риски в секторе добычи угля. Такой исход требует разработки своевременных прогностических механизмов, способных эффективно сигнализировать о потенциальных инвестиционных рисках в энергетике. Внедрение предупреждающих моделей

усиливает стратегии управления рисками, особенно в высокорисковой угольной промышленности. В своей модели Ren X. et al (2024) применяют инновационные методологии нейронных сетей (backpropagation neural network — BPNN) и алгоритм оптимизации (fruit fly optimisation algorithm — FOA), с помощью чего угольные предприятия усовершенствуют процессы принятия финансовых решений и повысят общую стабильность. Нейронные сети (BPNN) особенно выгодны для оценки инвестиционных рисков благодаря их способности улавливать сложные нелинейные отношения в данных. Однако традиционные BPNN сталкиваются с проблемами медленных скоростей сходимости и тенденции к стабилизации в локальных оптимумах. Чтобы смягчить представленные проблемы, используются алгоритмы оптимизации (FOA) для повышения точности прогнозирования и адаптивности моделей в контексте динамической инвестиционной среды [Ren 2024].

В работе Ayeisha B., Anggoro Y. (2023) представлена инновационная модель поддержки принятия решений, которая использует пифагорейские нечеткие множества (PFS) для оценки рисков, связанных с трансформацией цифровой экономики в угольном секторе. Модель направлена на определение значимости рисков и решение сложных многокритериальных проблем принятия решений (MCDM), возникающих в проектах цифровой трансформации. Учитывая неотъемлемые риски цифровых инициатив, важно иметь структурированные процедуры принятия решений, чтобы помочь политикам и практикам эффективно управлять проблемами. В исследовании представлена трехэтапная модель MCDM, интегрирующая перцептивное рассуждение с нечетким методом интервального типа 2 «лучшее-худшее» (IT2F-BWM) для оценки рисков в проектах угольных предприятий в условиях цифровизации, что определяет предиктивное обслуживание как сценарий с низким уровнем риска, в то время как управление запасами с использованием дополненной реальности выделяет как область с высоким уровнем риска. Проведенный авторами опрос выявил 21 ключевой фактор риска, в частности, задержки информации, дефицит доверия, жесткая архитектура системы, недостаточное участие руководства и волатильность рынка. Результаты показывают, что цифровая трансформация имеет

тенденцию перераспределять ресурсы в сторону более рискованных инвестиций, отчасти из-за отсутствия цифровой грамотности среди руководства и персонала, что снижает воспринимаемую ценность этих инвестиций [Ayeisha 2023].

При измерении риска фирмы и сектора необходимо учитывать не только волатильность ожидаемых результатов, но и их связь с дисперсией сектора и общей эффективностью отрасли. Поэтому модель, разработанная Basso и Kimura (2010), обеспечивает основу для понимания инновационного риска, изначально сформулированного через одну переменную (общие внутренние расходы на НИОКР) [Basso 2010]. Модель облегчает расчет среднего уровня инновационных ресурсов в секторе и на более широком рынке. Однако, признавая, что инновации обусловлены множеством факторов, Belotti V. et al (2019) расширяют эту основу, выявив девять переменных, которые вносят вклад в инновационный потенциал и риск угольного сектора. Более комплексная модель позволяет вычислять стандартное отклонение для каждой переменной за определенный период времени, улучшая понимание инновационного риска. Сравнивая инновационный потенциал сектора со средним показателем по отрасли, модель оценивает, демонстрирует ли этот сектор более низкий инновационный риск, чем более широкая региональная/мировая угольная промышленность. Такая методология также применима на уровне фирмы, где общие значения сравниваются со средними показателями по сектору для оценки инновационных рисков отдельных компаний [Belotti 2019].

Соответственно, каждая из представленных моделей позволяет более точно и широко оценивать инвестиционные и инновационные риски в угольном секторе в условиях цифровизации по сравнению с традиционными моделями, поскольку современные модели используют большой набор параметров, новые методологии расчета и учитывают влияние цифровизации на сектор. Использование интегрированной структуры, состоящей из последовательного применения каждой модели, позволит более комплексно оценить существующие риски компании и отрасли. Применение представленных моделей позволит практикам в отрасли делать более корректные прогнозы и оценки рисков своих предприятий и отрасли в целом, что улучшит дальнейшее развитие и повысит устойчивость.

### Результаты исследования

Анализ существующих подходов и моделей риск-менеджмента показал, что включение большого числа параметров и факторов цифровизации определяют устойчивость и развитие угольной компании на рынке. В ходе исследования выявлены основные теоретические подходы, среди которых наиболее заметны модели Ren X. et al, Ayeisha B. и Anggoro Y. и Belotti V. et al. Модель Ren X. et al определяет систематический мониторинг рисков, связанных с инвестициями в добычу угля, что позволяет венчурным компаниям выявлять потенциальные кризисы на ранней стадии на основе критических экономических показателей, в то время как модель Ayeisha B. и Anggoro Y. акцентирует внимание на определении значимости рисков и решение сложных многокритериальных проблем принятия решений, возникающих в проектах цифровой трансформации. Belotti V. et al. предложили модель, которая обеспечивает основу для понимания инновационного риска, сформулированного через девять переменных, которые вносят вклад в инновационный потенциал и риск угольного сектора.

Описанные подходы помогают угольным предприятиям формировать долгосрочные цели, точно и широко оценивать инвестиционные и инновационные риски и реагировать на изменения рыночной среды, учитывая эффект цифровизации. Теоретический анализ показал, что современные модели выигрывают по сравнению с традиционными моделями, поскольку первые используют большой набор параметров, новые методологии расчета и учитывают влияние цифровизации на угольный сектор. Практическое применение представленных моделей позволит руководству в отрасли делать более корректные прогнозы и оценки рисков своих предприятий и отрасли в целом, что улучшит дальнейшее развитие и повысит устойчивость.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что подходы к разработке моделей риск-менеджмента имеют прямое влияние на развитие угольных предприятий. Успешное применение современных моделей требует тщательной оценки как инвестиционных, так и инновационных факторов, а также эффектов цифровизации. Современные подходы из научных работ подтверждают, что грамотное управление риском способствует устойчивости уголь-

ных предприятий на рынке и улучшению их финансовых результатов. Поэтому рекомендациями по результатам проведенного анализа являются следующие:

1. Интеграция цифровых инструментов для мониторинга и оценки рисков.
2. Использование методов искусственного интеллекта для прогноза рисков и управления инновациями.
3. Создание интегрированной платформы для мониторинга и оценки рисков.
4. Углубленный анализ отраслевых рисков с учетом цифровизации.
5. Многофакторный анализ данных.

### Заключение (Выводы)

В заключение, в условиях ускоренной цифровизации и возрастающих требований к устойчивому развитию угольная промышленность сталкивается с необходимостью адаптации к новым вызовам и возможностям, требующим современного подхода к управлению рисками. Представленные в статье модели оценки рисков инновационной и инвестиционной деятельности угольного сектора учитывают уникальные аспекты цифровизации. Основываясь на анализе существующих моделей управления рисками (разработки Ren X. et al, Ayeisha B. и Anggoro Y., и Belotti V. et al), статья предлагает интегрированный подход, способный обеспечить комплексное понимание рисков и оптимизацию инвестиционных решений.

Систематизированный подход к оценке рисков, охватывающий ключевые параметры цифровой трансформации, позволяет угольным предприятиям прогнозировать и минимизировать потенциальные угрозы, повышая свою устойчивость на рынке. Внедрение предложенных моделей будет способствовать улучшению управленческих решений, укреплению стабильности и повышению конкурентоспособности угольного сектора.

Практические рекомендации для компаний фокусируются на интеграции методов машинного обучения и использовании большого количества параметров. Также стоит уделять особое внимание углубленному анализу отраслевых рисков с учетом цифровизации.

Будущие исследования в области риск-менеджмента следует направить на выявление зависимости между отраслевыми параметрами и факторами цифровизации. Кроме того, перспективным направлением является исследование гибридных

моделей, сочетающих традиционные и современные подходы для достижения наибольшей эффективности в условиях динамичного рынка.

### Список источников

1. Ayeisha 2024 — Ayeisha B., Anggoro Y. Driving Towards Digitalization and Industry 4.0 in the Coal Mining Sector. DOI:10.22441/jimb.v10i1.24864 // Journal Ilmiah Manajemen dan Bisnis. 2024; 10(1):38.
2. Basso 2010 — Basso L. F. C., Kimura H. O conceito de risco na visão baseada em recursos (RBV): uma análise exploratória. DOI:10.1590/S1678-69712010000500005 // RAM. Revista de Administração Mackenzie. 2010; 11:82–105.
3. Belotti 2019 — Belotti V. N., Santos D. F. L., Basso L. F. C. Methodology for assessing risk in innovation investments. DOI: 10.5902/1983465924401 // Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria. 2019; 12(5):953–974.
4. Digital Transformation... 2021 — Digital Transformation in the Mining Sector: Exploring Global Technology Trends and Managerial Issues. By Yuliia Lazarenko, Olga Garafonova, Vyktoriia Marhasova and Nataliia Tkalenko // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 315, 04006. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
5. Löow 2019 — Löow J., Abrahamsson L., Johansson J. Mining 4.0—The impact of new technology from a work place perspective. DOI:10.1007/s42461-019-00104-9 // Mining, Metallurgy & Exploration. 2019; 36:701–707.
6. Mottaeva 2024 — Mottaeva A. Sustainable development of the mining industry in the context of digital transformation / A. Mottaeva, Ye. Gordeyeva. DOI: 10.1051/e3sconf/202453101032. EDN: VJJKYI // E3S Web of Conferences. 2024; Vol. 531. P. 01032. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
7. Semenov 2020 — Semenov Yu. Solutions for Digitalization of the Coal Industry Implemented in UC Kuzbassrazrezugol / Yu. Semenov, O. Semenova, I. Kuvataev. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401042. EDN: PZWUDN // E3S Web of Conferences : 5, Kemerovo, 19–21 октября 2020 года. Kemerovo, 2020. P. 01042. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
8. Parida 2019 — Parida V., Sjödin D., Reim W. Reviewing literature on digitalization, business model innovation, and sustainable industry: Past achievements and future promises. DOI:10.3390/su11020391 // Sustainability. 2019; 11(2):391–402.
9. Ren 2024 — Ren X., Huang Z., He Y. Financial warning for coal mining investments: Evidence from the fruit fly optimisation algorithm with backpropagation neural networks. DOI: 10.1016/j.eneco.2024.107594 // Energy Economics. 2024; 134:107–194.
10. Shang 2023 — Shang C. et al. A decision support model for evaluating risks in the digital economy transformation of the manufacturing industry. DOI:10.1016/j.jik.2023.100393 // Journal of Innovation & Knowledge. 2023; 8(3):100–123.
11. Tang 2022 — Tang Y., Li W. Research on Comprehensive Risk Assessment of Coal Enterprises. DOI:10.2991/assehr.k.220504.006 // 2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022). 2022. Pp. 28–32.

### References

1. Ayeisha B., Anggoro Y. Driving Towards Digitalization and Industry 4.0 in the Coal Mining Sector. *Journal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*. 2023; 9(2):38–52.
2. Basso L. F. C., Kimura H. O conceito de risco na visão baseada em recursos (RBV): uma análise exploratória. *RAM. Revista de Administração Mackenzie*. 2010; 11:82–105.
3. Belotti V. N., Santos D. F. L., Basso L. F. C. Methodology for assessing risk in innovation investments. *Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria*. 2019; 12(5):953–974.
4. Digital Transformation in the Mining Sector: Exploring Global Technology Trends and Managerial Issues. By Yuliia Lazarenko, Olga Garafonova, Vyktoriia Marhasova and Nataliia Tkalenko. *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 315, 04006. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
5. Löow J., Abrahamsson L., Johansson J. Mining 4.0—The impact of new technology from a work place perspective. *Mining, Metallurgy & Exploration*. 2019; 36:701–707.
6. Mottaeva A. Sustainable development of the mining industry in the context of digital transformation. By A. Mottaeva, Ye. Gordeyeva. DOI: 10.1051/e3sconf/202453101032. EDN: VJJKYI. *E3S Web of Conferences*. 2024; Vol. 531. P. 01032. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
7. Semenov Yu. Solutions for Digitalization of the Coal Industry Implemented in UC Kuzbassrazrezugol. By Yu. Semenov, O. Semenova, I. Kuvataev. DOI: 10.1051/e3sconf/202017401042. EDN: PZWUDN. *E3S Web of*

- Conferences* : 5, Kemerovo, 1 October 9–21, 2020. Kemerovo, 2020. P. 01042. ISSN: 2555-0403; eISSN: 2267-1242.
8. Parida V., Sjödin D., Reim W. Reviewing literature on digitalization, business model innovation, and sustainable industry: Past achievements and future promises. *Sustainability*. 2019; 11(2):391–402.
  9. Ren X., Huang Z., He Y. Financial warning for coal mining investments: Evidence from the fruit fly optimisation algorithm with backpropagation neural networks *Energy Economics*. 2024; 134:107–194.
  10. Shang C. et al. A decision support model for evaluating risks in the digital economy transformation of the manufacturing industry. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2023; 8(3):100–123.
  11. Tang Y., Li W. Research on Comprehensive Risk Assessment of Coal Enterprises. *2022 8th International Conference on Humanities and Social Science Research (ICHSSR 2022)*. 2022. Pp. 28–32.

*Информация об авторе:*

**Скиба Мария Сергеевна** — аспирант кафедры экономики в энергетике и промышленности, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», ул. Красноказарменная, 14/1, Москва, 111250, Россия. SPIN-код: 6905-0991, AuthorID: 1167020; Researcher ID: ABP-5307-2022.

*Information about the author:*

**Skiba Maria S.** — postgraduate student of the Department of Economics in Energy and Industry, National Research University "Moscow Power Engineering Institute", 14/1 Krasnokazarmennaya str., Moscow, 111250, Russia. SPIN-code: 6905-0991, AuthorID: 1167020, Researcher ID: ABP-5307-2022.

*Статья поступила в редакцию 23.03.2025; одобрена после рецензирования 03.04.2025; принята к публикации 27.06.2025.*  
*The article was submitted 03/23/2025; approved after reviewing 04/03/2025; accepted for publication 06/27/2025.*