

Матричное моделирование влияния деятельности горно-металлургических комплексов на устойчивое развитие территорий

Сереброва Татьяна Владимировна

Аспирант

ORCID: 0000-0002-0566-2869, e-mail: 1595383@bsuedu.ru

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Аннотация

Целью настоящего исследования является выявление комплекса детерминант региональной устойчивости в виде направлений деятельности горно-металлургических компаний и степени их воздействия на экономическое, социальное и экологическое состояние территории. Горно-металлургические комплексы осуществляют вклад в удовлетворение потребностей регионального сообщества, создавая при этом экологические риски и угрозы истощения природных ресурсов. Для нейтрализации отрицательного влияния деятельности на природу и общество российские горно-металлургические компании используют экологическую и климатическую стратегии, следуют курсу на развитие «зеленой» металлургии с использованием экологически чистых и низкоуглеродных технологий. Комплексное исследование внутренних и внешних эффектов функционирования горно-металлургических компаний позволило выявить векторы формирования экономического, социального и экологического секторов региональной системы. Выявлены направления и приоритеты деятельности горно-металлургического комплекса, установлена их взаимосвязь с устойчивым развитием региона. Обоснованная методика на базе матричного подхода позволила определить ведущие компоненты и драйверы территориального прогресса. Матрица влияния деятельности горно-металлургических комплексов на устойчивое развитие территорий дает возможность системного и структурного представления всех составляющих компонентов и элементов с конкретизацией их вклада в общий эконо-социо-экологический результат.

Ключевые слова

Горно-металлургический комплекс, устойчивое развитие региона, матрица устойчивого развития, факторы устойчивого развития, экологический след, экономическое развитие региона, Центрально-Черноземный макрорегион

Для цитирования: Сереброва Т.В. Матричное моделирование влияния деятельности горно-металлургических комплексов на устойчивое развитие территорий // Вестник университета. 2025. № 4. С. 107–115.

Matrix modeling of the impact of mining and metallurgical complexes on spatial sustainable development

Tatiana V. Serebrova

Postgraduate Student

ORCID: 0000-0002-0566-2869, e-mail: 1595383@bsuedu.ru

Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Abstract

The purpose of the study is to identify a set of regional sustainability determinants in the form of the mining and metallurgical companies' activities and the degree of their impact on the economic, social, and environmental condition of territories. Mining and metallurgical complexes contribute to meeting the needs of regional community, while creating environmental risks and natural resources exhaustion threats. To neutralize the negative impact of their activities on nature and society, Russian mining and metallurgical companies use environmental and climate strategies and follow the course for green metallurgy development using environmentally friendly and low-carbon technologies. A comprehensive study of internal and external effects of mining and metallurgical companies allowed to identify the vectors forming economic, social, and environmental sectors of regional systems. The directions and priorities of the mining and metallurgical complex activities have been identified. Their relationship with regional sustainable development has been established. The substantiated methodology based on the matrix approach allowed us to identify the leading components and drivers of territorial progress. The matrix of the impact of mining and metallurgical complexes on spatial sustainable development provides an opportunity for systemic and structural representation of all constituent components and elements with the specification of their contribution to the overall economic, social, and environmental result.

Keywords

Mining and metallurgical complex, regional sustainable development, sustainable development matrix, sustainable development factors, ecological footprint, regional economic development, Central Chernozem macro-region

For citation: Serebrova T.V. (2025) Matrix modeling of the impact of mining and metallurgical complexes on spatial sustainable development. *Vestnik universiteta*, no. 4, pp. 107–115.



ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие территорий является важнейшей темой в современном экономическом и экологическом дискурсе. Устойчивые горизонты региональной социально-экономической ситуации формируются под воздействием всех предприятий и компаний, в число которых входят горно-металлургические комбинаты [1].

Горно-металлургические комплексы (далее – ГМК) играют важную роль в экономическом и общественном развитии территорий присутствия, однако их влияние на окружающую среду неоднозначно, поэтому повышается актуальность оценки степени сбалансированности регионального развития и анализа компонентов или факторов деятельности ГМК в территориальной устойчивости [2]. Эффективное управление и планирование, подкрепленные надежными методологическими рамками и контролем за деятельностью сложных промышленных комплексов, имеют решающее значение для достижения сбалансированного и устойчивого регионального роста [3].

Актуальность исследования условий и факторов устойчивого развития связана с необходимостью качественного преобразования региональных систем. Важным вспомогательным средством обоснования региональных механизмов устойчивого развития является матричная форма представления анализа влияния функционирования компаний горно-металлургического сектора на экономику, общество и природную среду территории. Матричная модель позволяет проводить оперативную оценку уровня устойчивого развития территории по его направлениям с установлением корреляционной и факторной связи с деятельностью ГМК [4].

Целью настоящего исследования является выявление комплекса детерминант региональной устойчивости в виде направлений деятельности горно-металлургических компаний и степени их воздействия на экономическое, социальное и экологическое состояние территории.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ ПРИСУТСТВИЯ ГМК

Систематический обзор литературы показал, что большинство авторов под региональной устойчивостью понимают способность территории функционировать и развиваться в любых обстоятельствах при соблюдении баланса экономического роста, социальной справедливости и защиты окружающей среды. Деятельность ГМК способствует стимулированию экономического и социального развития территорий, но одновременно создает риски ухудшения качества окружающей среды. Для поддержания стабильности ситуации в региональных социально-экономических системах предприятия ГМК ведут совместную работу с экспертным сообществом по продвижению принципов устойчивого развития, разработке нормативных документов и важных инициатив в этой области.

Несмотря на стратегии развития наилучших доступных природоохранных технологий и снижения углеродного следа ГМК в силу специфики производственного цикла существенно влияют на экологическую обстановку, среду и сохранность полезных ископаемых для будущих поколений. В части обеспечения устойчивого развития территорий присутствия горно-металлургические предприятия проводят оптимизацию операционных процессов и подходов к управлению отходами, обновляют производственное оборудование, реализуют проекты в области повышения энергобезопасности. Все это позволяет сокращать снижение выбросов в атмосферу, объем производимых отходов и вскрыши. Например, в компании «Оскольский электрометаллургический комбинат» осуществляется полная переработка технологических отходов. Многократные исследования качества атмосферного воздуха и воды в населенных пунктах присутствия компаний ГМК несоответствий экологическим нормам не выявили, что подтверждает эффективность их экологических мер.

ВЛИЯНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГМК НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

Выявим ключевые направления, результаты и приоритеты деятельности горно-металлургических комплексов Центрально-Черноземного макрорегиона Российской Федерации методом контент-анализа отчетов об устойчивом развитии Лебединского горно-обогатительного комбината (далее – ГОК), Стойленского ГОКа, Михайловского ГОКа, Яковлевского ГОКа, Новолипецкого металлургического комбината, Студеновской акционерной горнодобывающей компании, акционерного общества «Комбинат КМАруда»

за 2023 г.^{1,2,3,4,5,6,7}. Все установленные компоненты деятельности ГМК свяжем со сферами устойчивого развития территорий присутствия, чтобы выявить сектор их влияния на благосостояние Центрально-Черноземного макрорегиона (таблица).

Таблица

Направления, результаты, приоритеты деятельности ГМК и их взаимосвязь с устойчивым развитием территорий Центрально-Черноземного макрорегиона

Направления, результаты, приоритеты деятельности ГМК	Связь со сферами устойчивого развития макрорегиона		
	Экономическое развитие	Социальное развитие	Экологическое развитие
Производственная деятельность	+	–	–
Стабильный состав трудового коллектива	–	+	–
Обеспечение и повышение экологической безопасности	–	–	+
Климатическая стратегия. Контроль углеродного следа	–	–	+
Политика энергосбережения	–	–	+
Обеспечение благоприятных условий труда	–	+	–
Обеспечение справедливого и достойного вознаграждения	–	+	–
Поддержка здоровья сотрудников и местного населения	–	+	–
Увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью	+	–	–
Развитие собственных научно-технологических компетенций	+	–	–
Обеспечение безопасности производства, повышение культуры безопасности	–	+	–
Усиление рыночных позиций	+	–	–
Обеспечение технологической оснащенности	+	–	–
Цифровизация деятельности и процессов	+	–	–
Повышение качества продукции	+	–	–
Устойчивость цепочек поставок	+	–	–
Уплата налогов и сборов	–	+	–
Поддержка образования, культуры и спорта, формирование комфортной городской среды в регионах присутствия	+	–	–
Создание рабочих мест	–	+	–
Гарантия соблюдения прав человека. Гарантия соблюдения трудовых прав	–	+	–
Противодействие коррупции	+	–	–

Составлено автором по материалам исследования

Выполнение производственной программы, развитие и масштабирование текущего производства ГМК с ориентацией на внутренних и внешних потребителей путем реализации масштабных инвестиционных проектов способствуют экономическому развитию территорий.

¹ Отчет об устойчивом развитии АО «Лебединский ГОК» за 2023 г. Режим доступа: https://www.metalloinvest.com/upload/iblock/fad/our_rus_final.pdf (дата обращения: 05.10.2024).

² Отчет об устойчивом развитии АО «Стойленский ГОК» за 2023 г. Режим доступа: <https://sgok.nlmk.com/ru/responsibility/> (дата обращения: 05.10.2024).

³ Отчет об устойчивом развитии АО «Михайловский ГОК» за 2023 г. Режим доступа: https://www.metalloinvest.com/upload/iblock/fad/our_rus_final.pdf (дата обращения: 05.10.2024).

⁴ Отчет об устойчивом развитии ООО «Яковлевский ГОК» за 2023 г. Режим доступа: <https://severstal.com/ru/about/structure/businesses/yakovlevskiy-gorno-obogatitelnyy-kombinat/> (дата обращения: 05.10.2024).

⁵ Отчет об устойчивом развитии ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» за 2023 г. Режим доступа: <https://lipetsk.nlmk.com/ru/sustainable-development/> (дата обращения: 05.10.2024).

⁶ Отчет об устойчивом развитии АО «Студеновская акционерная горнодобывающая компания» за 2023 г. Режим доступа: <https://rudnik.nlmk.com/ru/responsibility/> (дата обращения: 05.10.2024).

⁷ Отчет об устойчивом развитии АО «Комбинат КМАруда» за 2023 г. Режим доступа: https://kmaruda.ru/?page_id=90 (дата обращения: 05.10.2024).

Предприятия ГМК систематически реализуют природоохранные мероприятия, имеют экологическую программу и выполняют ее параметры с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду от производственной деятельности и использования продукции на основе принципов устойчивого развития. Комплексы стремятся максимально снизить углеродный след в общем цикле производства и потребления своей продукции. Для минимизации своего влияния на окружающую среду, уменьшения экологического следа компании уделяют особое внимание программам по снижению и оптимизации использования энергии [5; 6].

Для сохранения стабильности трудового коллектива в условиях ухудшающейся демографической ситуации в регионах горно-металлургические компании осуществляют:

- развитие производственного обучения;
- масштабирование программ обучения по лидерству, повышению вовлеченности и управлению персоналом для всех уровней руководителей;
- повышение привлекательности работодателя;
- привлечение и удержание молодежи;
- развитие рабочих мест, улучшение условий труда;
- релокационную надбавку;
- формирование и поощрение трудовых династий;
- жилищные программы для привлечения и удержания ключевых специалистов.

Для обеспечения справедливого и достойного вознаграждения в горно-металлургических компаниях на системной основе осуществляется работа по сохранению лидерских позиций по уровню доходов сотрудников. Индексация заработной платы осуществляется не менее чем раз в год. Соблюдение благоприятных условий труда в ГМК предполагает контроль комфортного состояния бытовых, производственных помещений, выполнение норм освещенности и температурного режима рабочих пространств и т.д.

В нормативных документах предприятий горно-металлургического комплекса в качестве важнейшего приоритета деятельности закреплено здоровье людей. Компании ставят перед собой цель – повысить качество жизни и продлить профессиональное долголетие сотрудников. Для этого уделяется внимание профилактике и ранней диагностике заболеваний, используются цифровые и дистанционные медицинские технологии, развивается автоматизированная система медицинских осмотров. Например, на предприятиях «Металлоинвеста» создана и функционирует цеховая терапевтическая служба на всех производственных площадках для контроля состояния здоровья каждого работника и снижения общего уровня заболеваемости. Нередко горно-металлургические компании финансируют в регионах реконструкцию и оснащение высокотехнологичным оборудованием медицинских учреждений.

Повышение качества продукции в горно-металлургическом комплексе становится результатом научно-технического совершенствования и эффективных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Развитие собственных научно-технологических компетенций горно-металлургических компаний осуществляется самостоятельно и в тесном сотрудничестве с ведущими российскими разработчиками и производителями промышленного оборудования и решений.

В стратегические задачи отечественных горно-металлургических комбинатов входит достижение мирового лидерства в производстве высококачественной железорудной, металлизованной и стальной продукции, создании металлургии будущего на основе открытого партнерства [7; 8]. Ежегодно налоговые отчисления горно-металлургических компаний в бюджеты субъектов Российской Федерации составляют миллиарды руб., формируя доходы территорий.

Реализация программ цифровой трансформации, внедрение цифровых инструментов, применение информационных систем и разработку собственных информационно-технологических продуктов, в том числе по ключевым направлениям устойчивого развития. Так, автоматизация процесса управления добычей и переработкой, планированием горных работ и организацией производства в целом, цифровизация процессов капитальных затрат и строительства, автоматическое формирование отчетности по международным стандартам, использование машинного зрения для мониторинга охраны труда и промышленной безопасности, единая автоматизированная система управления, мобильные приложения «Охота на риски», использование VR-технологий для обучения, внедрение системы постановки и контроля целей, корпоративный портал и корпоративное мобильное приложение, закупки через корпоративную информационную систему (SRM-систему) способствуют повышению производительности.

Предприятия ГМК реализуют социально значимые проекты и занимаются благотворительной деятельностью в регионах, где расположены их основные производственные площадки. Ключевые направления инвестиций определяются с учетом мнения жителей и закрепляются в программах социально-экономического партнерства с администрациями регионов и городов. В фокусе внимания находятся поддержка и развитие медицины, образования, спорта, городской инфраструктуры и общественных пространств, корпоративного волонтерства. Горно-металлургические компании ориентируются в своей деятельности на принятые на международном уровне права человека, выступают за ликвидацию всех форм принудительного, обязательного и детского труда, дискриминации в сфере труда и занятости, а также нетерпимости на основе гендерной, национальной или религиозной принадлежности [9; 10].

В комбинатах ГМК достигнут системный уровень культуры безопасного труда. Формирование культуры безопасности на предприятиях осуществляется инструментами мотивации сотрудников к безопасному труду и эффективности производственного обучения, что способствует сокращению числа несчастных случаев и скорости устранения критических рисков. В горно-металлургических компаниях руководство устанавливает риск-аппетит «Здоровье работников», предусматривающий устойчивое снижение тяжелого и смертельного травматизма, с долгосрочной целью достижения нулевого травматизма. Также реализуется подход риск-аппетита «Безаварийность производства», предусматривающего недопущение аварий на производственных объектах по причинам невыполнения программы ремонтов или инвестиционной программы.

Устойчивость цепочек поставок позиционирует ГМК как потребителей, активно участвующих в развитии территориальных рынков сырья, материалов, оборудования, комплектующих. Для поддержания стабильности поставок предприятия стремятся к ответственному выбору поставщиков и созданию долгосрочных партнерских отношений. В рамках антикоррупционного комплаенса в ГМК поддерживают режим нетерпимости к коррупции, осуществляют сертификацию на соответствие требованиям ISO 37001:2016 «Системы менеджмента противодействия коррупции», развивают культуру информационной безопасности, проводят дополнительную проверку кандидатов при трудоустройстве на руководящие позиции для недопущения умышленных коррупционных нарушений законодательства.

Результаты анализа взаимосвязи направлений и приоритетов деятельности ГМК с устойчивым развитием региона целесообразно представлять графически в виде матричных данных для оценки степени важности и уровня влияния отдельных тем на устойчивость положения социально-экономической системы региона.

МАТРИЦА ВЛИЯНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГМК НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА

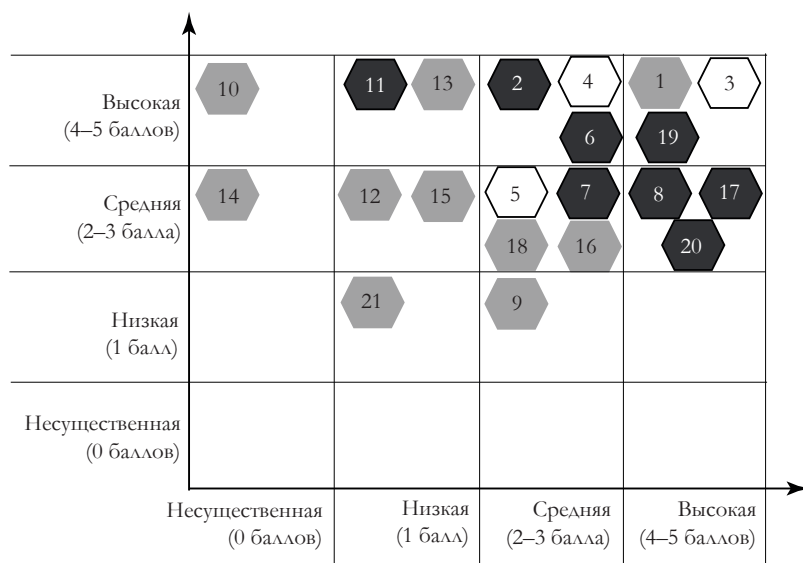
Оценку существенности направлений деятельности для стабильности региональной системы следует проводить экспертным методом по шестибальной шкале. Ранжирование существенности направлений деятельности для устойчивого развития региона определяется на основе средней оценки респондентов. Матрица позволяет наглядно оценить существенность направлений работы горно-металлургических компаний по достижению устойчивого развития для регионов.

Матрица влияния деятельности горно-металлургических комплексов на устойчивое развитие территорий Центрально-Черноземного макрорегиона представлена на рисунке. В качестве респондентов выступили 22 эксперта, являющиеся сотрудниками администраций Белгородской, Курской и Липецкой областей, в том числе высшие должностные лица региональных правительств и муниципальных образований.

Эксперты определили значимость влияния и существенность каждого из 21 направлений, результатов и приоритетов деятельности ГМК, перечисленных в таблице, для устойчивого развития областей Центрально-Черноземного макрорегиона, по шкале от 0 до 5. Средняя оценка респондентов дала возможность заполнить матрицу, разместив направления, результаты и приоритеты деятельности ГМК в соответствующие ячейки.

Положение компонентов матрицы в силу строгой упорядоченности их расположения верифицировано методом факторного анализа. Для проверки достоверности матрицы автором рассчитаны коэффициенты линейной корреляции между показателями, характеризующими 21 направление и приоритет деятельности по данным горно-металлургических компаний Центрально-Черноземного макрорегиона, и результатами устойчивого развития областей макрорегиона, выражаемыми в показателе валового регионального продукта. Конфигурация матрицы позволяет сделать вывод о том, что направления и приоритеты деятельности горно-металлургических комплексов имеют разную степень, значимость и существенность влияния на устойчивое развитие областей Центрально-Черноземного макрорегиона.

Существенность направления достижения устойчивого развития



Значимость влияния на устойчивое развитие региона

Условные обозначения:

– направления, результаты и приоритеты деятельности ГМК, перечисленные в таблице

Составлено автором по материалам исследования

Рисунок. Матрица влияния деятельности ГМК на устойчивое развитие территорий Центрально-Черноземного макрорегиона

но-экономических систем более интуитивным и доступным для всех участников. Установленные при помощи матрицы ключевые драйверы устойчивости территорий Центрально-Черноземного макрорегиона дают информационную основу для проведения политики территориального развития на основе обоснования степени приоритетности различных направлений деятельности региональных компаний.

Матричный анализ позволяет не только увидеть общую картину формирования устойчивости развития территории, но и выявить главные компоненты процесса стабилизации функционирования жизнеобеспечивающей и производственной подсистем региональной системы. Комплексное исследование внутренних и внешних эффектов функционирования горно-металлургических компаний привело к установлению векторов формирования экономического, социального и экологического секторов региональной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Горно-металлургические компании как ключевые акторы территориальных систем участвуют в формировании социально-экономических показателей, промышленного каркаса, качества природной среды. Значительные масштабы работы ГМК создают в населенных пунктах экономический эффект, проецирующийся на доходы бюджета и семьи работников, вызывающий социальную отдачу. Заложенное в их бизнес-модели стремление предприятий к повышению уровня использования ресурсов, технологичности, операционной результативности, наукоемкости опосредует темпы устойчивого развития территорий.

Предприятия отрасли осуществляют весомый вклад в удовлетворение потребностей регионального общества, создавая при этом экологические риски и угрозы истощения природных ресурсов. Для нейтрализации отрицательного влияния деятельности на природу и общество горно-металлургические компании Российской Федерации используют экологическую и климатическую стратегии, следуют курсу на развитие «зеленой» металлургии с использованием экологически чистых и низкоуглеродных технологий.

По результатам проведенного анализа выявлены направления и приоритеты деятельности ГМК и установлена их взаимосвязь с устойчивым развитием региона. Степень соблюдения принципов гармоничного функционирования, потребления природных ресурсов, использования отходов, ответственности перед обществом, экономического прогресса горно-металлургическими комбинатами предлагается оценивать с использованием методики на основе матричного подхода.

На основе построения матрицы в качестве наиболее значимых направлений влияния на устойчивость регионального развития установлены производственная деятельность, увеличение доли продукции с высокой добавленной стоимостью, обеспечение и повышение экологической безопасности горно-металлургических компаний. В связи с этим целесообразно сосредоточить усилия на расширении данных направлений для улучшения общего результата. Наименее существенным направлением работы ГМК в контексте достижения устойчивого развития территорий их присутствия является противодействие коррупции.

Визуализация значимости и существенности работы горно-металлургических компаний для достижения устойчивого развития территорий Центрально-Черноземного макрорегиона в матричном виде делает процесс анализа региональных социаль-

Обоснованная методика на базе матричного подхода позволила определить ведущие компоненты и драйверы территориального прогресса. Матрица влияния деятельности ГМК на устойчивое развитие территорий дает возможность системного и структурного представления всех составляющих компонентов и элементов с конкретизацией их вклада в общий эконо-социо-экологический результат.

Список литературы

1. *Pouresmaeli M., Ataei M., Qarabasanlou A.N., Barabadi A.* Integration of renewable energy and sustainable development with strategic planning in the mining industry. *Results in Engineering*. 2023;20:101412. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101412>
2. Антонова М.В., Наумов С.А. Программа ЭВМ для определения ESG-рейтинга организаций сферы услуг с учетом ESG-факторов. *Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права*. 2024;1(104):79–87. <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2024-1-79-87>
3. Чистникова И.В. Стратегирование пространственного развития муниципальных образований: методический аспект. В кн.: *Пространственное развитие территорий: материалы VI Международной научно-практической конференции, Белгород, 24 ноября 2023 г.* Белгород: Эпицентр; 2023. С. 214–217.
4. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Савон Д.Ю. Комплексная оценка устойчивого развития горно-металлургических холдингов: проблемы и механизмы их разрешения. *Уголь*. 2021;7(1144):20–24. <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-20-24>
5. *Vladyka M., Chistnikova I., Varadzhaikova D., Ermachenko F.* Research on the Impact of Macro-Region Development on the State Economy. In: *Actual problems of development economic, financial and credit systems: Proceedings of VIII International Scientific and Practical Conference, Belgorod State National Research University, September 15, 2020.* Belgorod: Belgorod State National Research University; 2023. Pp. 450–455.
6. Бездудная А.Г., Трейман М.Г., Копанская А.А. Экологические инновации в горнодобывающей отрасли. *Проблемы современной экономики*. 2020;2(74):246–250.
7. *Domingo J.P.T. et al.* Sustainable mining in tropical, biodiverse landscapes: Environmental challenges and opportunities in the archipelagic Philippines. *Journal of Cleaner Production*. 2024;468:143114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143114>
8. *Junior A.B.B. et al.* The sustainable development goals, urban mining, and the circular economy. *The Extractive Industries and Society*. 2023;16:101367. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101367>
9. *Moore K.R. et al.* Sustainability of switch on-switch off (SOSO) mining: Human resource development tailored to technological solutions. *Resources Policy*. 2021;73:102167. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102167>
10. *Ignatyeva M., Kosolapov O., Yurak V., Ivanov A.* Criteria for sustainable development in mining industry. *E3S Web of Conferences*. 2020;177:05001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017705001>

References

1. *Pouresmaeli M., Ataei M., Qarabasanlou A.N., Barabadi A.* Integration of renewable energy and sustainable development with strategic planning in the mining industry. *Results in Engineering*. 2023;20:101412. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101412>
2. *Antonova M.V., Naumov S.A.* Computer program for determining the ESG rating of service industry organizations, taken into account of ESG factors. *Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2024;1(104):79–87. <https://doi.org/10.21295/2223-5639-2024-1-79-87>
3. *Chistnikova I.V.* Strategizing spatial development of municipalities: Methodological aspect. In: *Spatial development of territories: Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, Belgorod, November 24, 2023.* Belgorod: Epitsentr; 2023. Pp. 214–217. (In Russian).
4. *Samarina V.P., Skufina T.P., Savon D.Yu.* Comprehensive assessment of sustainable development of mining and metallurgical holdings: problems and mechanisms of their resolution. *Ugol*. 2021;7(1144):20–24. (In Russian). <https://doi.org/10.18796/0041-5790-2021-7-20-24>
5. *Vladyka M., Chistnikova I., Varadzhaikova D., Ermachenko F.* Research on the Impact of Macro-Region Development on the State Economy. In: *Actual problems of development economic, financial and credit systems: Proceedings of VIII International Scientific and Practical Conference, Belgorod State National Research University, September 15, 2020.* Belgorod: Belgorod State National Research University; 2023. Pp. 450–455.
6. *Bezudnaya A.G., Treiman M.G., Kopanskaya A.A.* Ecologic innovations in mining industry. *Problems of Modern Economics*. 2020;2(74):246–250. (In Russian).

7. *Domingo J.P.T. et al.* Sustainable mining in tropical, biodiverse landscapes: Environmental challenges and opportunities in the archipelagic Philippines. *Journal of Cleaner Production*. 2024;468:143114. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143114>
8. *Junior A.B.B. et al.* The sustainable development goals, urban mining, and the circular economy. *The Extractive Industries and Society*. 2023;16:101367. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2023.101367>
9. *Moore K.R. et al.* Sustainability of switch on-switch off (SOSO) mining: Human resource development tailored to technological solutions. *Resources Policy*. 2021;73:102167. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102167>
10. *Ignatyeva M., Kosolapov O., Yurak V., Ivanov A.* Criteria for sustainable development in mining industry. *E3S Web of Conferences*. 2020;177:05001. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017705001>