

# Управление отходами недропользования в Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации

Ю.В. Зворыкина<sup>1</sup>, Т.С. Будина<sup>1</sup>✉, И.С. Кайманаков<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ООО «САИТАКС», г. Москва, Российская Федерация  
✉ budtat05@gmail.com

**Резюме:** Исследование посвящено расширению минерально-сырьевой базы Российской Федерации за счет переработки отходов горнодобывающих компаний с учетом прогноза востребованных и стратегических металлов и элементов к 2050 г. Обсуждается, какие инструменты, методы, способы можно использовать в этом направлении. Отображено определение понятия «организационно-экономический механизм управления проектами переработки отходов» в контексте горнодобывающей отрасли. Теоретической и методологической основой исследования являются принципы циркулярной экономики, экологического менеджмента. Предлагаются решения по совершенствованию наилучших доступных технологий, формированию самокупаемых проектов переработки отходов горнодобывающих компаний в условиях санкционного давления и волатильности спроса на ресурсы. Одним из примеров наилучших доступных технологий, по мнению авторов, является технология компании «САИТАКС», активно разрабатывающей новые технологии и комплексные решения, направленные на полную утилизацию и переработку отходов, образующихся в процессе деятельности горнодобывающих предприятий и промышленных производств. Для одного из крупнейших российских предприятий компанией «САИТАКС» был разработан целевой проект, предусматривающий строительство завода с необходимой мощностью для переработки всех шламов предприятия на каждом месторождении. Проект предполагает максимальную локализацию и минимальные закупки сырья. Период переработки составляет от 50 до 100 лет на одном месторождении. Для начала компания предлагает запустить пилотный проект, рассчитанный на переработку 40 тыс. т шламов в год.

**Ключевые слова:** отходы горнодобывающих компаний, циркулярная экономика, управление отходами, экономика замкнутого цикла

**Для цитирования:** Зворыкина Ю.В., Будина Т.С., Кайманаков И.С. Управление отходами недропользования в Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации. *Горная промышленность*. 2024;(5):59–65. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5-59-65>

## Mining waste management as part of the Mineral Resource Base Development Strategy of the Russian Federation

Ju.V. Zvorykina<sup>1</sup>, T.S. Budina<sup>1</sup>✉, I.S. Kaimanakov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> SAITAX LLC, Moscow, Russian Federation  
✉ budtat05@gmail.com

**Abstract:** The study focuses on the expansion of the mineral resource base of the Russian Federation through processing of waste materials produced by mining companies with account of the forecast for the demanded and strategic metals and elements by 2050. It discusses what tools, methods, techniques can be used in this direction. The paper give a definition of the concept of “organizational and economic mechanism of managing waste processing projects” in the context of the mining industry. The principles of the circular economy and environmental management form the theoretical and methodological basis of the research. Solutions are proposed to further improve the best available technologies, to form self-financing waste processing projects of mining companies in conditions of the sanctions pressure and volatility of demand for resources. One of the examples of the best available technologies, according to the authors, is the technology by the SAITAX company, which actively develops new technologies and complex solutions aimed at complete utilization and processing of waste materials generated during operation of mining companies and industrial production facilities. The SAITAX company has developed a target project for one of the largest Russian enterprises that envisages construction of a plant with the capacity required to process all the sludge at each deposit that belongs to the enterprise. The project assumes maximum localization and purchasing minimum raw materials. The processing period is from 50 to 100 years at one field. As the first step the company proposes to launch a pilot project designed to process 40 thousand tons of sludge per year.

**Keywords:** Wastes of mining operations, circular economy, waste management

**For citation:** Zvorykina Ju.V., Budina T.S., Kaimanakov I.S. Mining waste management as part of the Mineral Resource Base Development Strategy of the Russian Federation. *Russian Mining Industry*. 2024;(5):59–65. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-5-59-65>

**Введение**

Тема переработки отходов горнодобывающих компаний, рассматриваемых как техногенные месторождения, имеет давнюю исследовательскую историю. Рациональное использование недр, включая переработку отходов добычи и обогащения, изучалось ещё советскими учеными (например, А.И. Агошков, К.Н. Трубецкой). Несмотря на обилие материалов и информации на сегодняшний день комплексная переработка отходов горнодобывающей отрасли в РФ всё ещё не занимает должного места.

В Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 г.<sup>1</sup> (далее – Стратегия) отмечается снижение качества руд и исчерпание запасов в ключевых регионах России, подчёркивается необходимость переработки отходов как источника полезных ископаемых.

**Прогноз потребления минерального сырья в России**

Согласно взглядам авторов для реализации задач, обозначенных в рамках Стратегии, необходимо применение комплексного подхода к управлению отходами недропользования. В связи с этим отходы горнодобывающей промышленности и сопутствующих производств представляются одновременно как ценные вторичные минеральные ресурсы, объекты негативного воздействия на окружающую среду, а также решения важных социально-экономических задач. Особое внимание должно быть уделено их потенциалу для стимулирования развития рыночных отношений в сфере обращения с отходами и создания циркулярных промышленных кластеров. Предлагается выделить сферу обращения с отходами в отдельную экономическую отрасль, в рамках которой осуществляется производственная деятельность, экономическая, маркетинговая, логистическая и др., происходит распределение и циркуляция доходов. Такой подход позволяет рассматривать данный сектор и его участников как сложные экономические системы, для которых могут быть применены как традиционные, так и новые управленческие подходы в проектах для решения проблем управления отходами в недропользовании.

Согласно отчету по устойчивому развитию группы компаний АЛРОСА за 2022 г.<sup>2</sup> образование горнорудных отходов, включающих вскрышные породы и хвосты обогащения, относящихся к отходам V класса опасности, составляет более 99,99% от общего объема образованных отходов. Соответствующие данные представлены в табл. 1.

Аналогичная ситуация по образованию отходов сложилась и в других крупных российских горнодобывающих компаниях: Норникель, Северсталь, Русал, Металлоинвест и т.д.

Еще в начале XXI в. по подсчетам экспертов общая пло-

**Таблица 1**  
Объем образования отходов группы АЛРОСА в 2022 г.

**Table 1**  
Volume of waste generation by the ALROSA Group in 2022

Класс опасности	Объем образованных отходов, т	Доля образования отходов, %
I класс опасности	5	0,000004
II класс опасности	5	0,000004
III класс опасности	2 268	0,002
IV класс опасности	9 348	0,007
V класс опасности	138 544 436	99,99
Всего образовано отходов, т	138 566 065	100

Источник: Отчет об устойчивом развитии Группы АЛРОСА за 2022 г.

щадь земель, занятых отходами, превышала 2000 тыс. км<sup>2</sup>. Ежегодно площадь отчуждаемых земель увеличивается не менее чем на 85–90 км<sup>2</sup> [1; 2]. Длительное открытое хранение отходов увеличивает риск загрязнения поверхностных и подземных вод, уничтожения растительного покрова, изменения структуры ландшафтов.

Эффективное управление отходами в горнодобывающей отрасли России поможет решить проблемы нехватки дефицитных видов сырья и повысить конкурентоспособность. Для внедрения проектов комплексного управления отходами имеются основания и стимулы, включая внедрение современных наилучших доступных технологий (НДТ), проекты управления отходами на основе циркулярной и «зеленой» экономики, а также соответствующие нормативно-правовые акты.

Развитие «зеленой» экономики представляет собой концепцию «циркулярной» экономики, или экономики замкнутого цикла. Эта модель основывается на принципах многократного использования ресурсов, высокого уровня переработки отходов и их минимизации. В рамках этой концепции «конец срока службы» продуктов заменяется их переработкой и повторным использованием.

Мировое сообщество использует ресурсы быстрее, чем они восстанавливаются, создавая отходы быстрее, чем они поглощаются природой. Горнодобывающие компании ежегодно извлекают более 120 млрд т пород, из которых лишь 5–10 % реализуется в виде конечной продукции производства, остальное является отходами. По подсчетам экспертов объем отвалов «пустой» породы горнодобывающих предприятий России каждый год составляет примерно 2,5 млрд м<sup>3</sup> горной массы.

В то же время потребности мировой и российской экономики в энергоресурсах, в черных, цветных, драгоценных, редких, редкоземельных металлах и дефицитном

<sup>1</sup> Стратегия развития минерально-сырьевой базы РФ до 2050 г., утв. распоряжением Правительства РФ от 11.07.24г. №1838-р Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/> (дата обращения: 03.07.2024).

<sup>2</sup> Отчет об устойчивом развитии за 2022 г. Режим доступа: <https://alrosa.ru/investors/results-reports/esg-reports/2022/> (дата обращения: 03.07.2024).

сырье до 2050 г. вырастут в разы. «Например, в уране, марганце, молибдене, хrome, титане – не менее чем в два раза, в ниобии – в три раза, в цирконии и вольфраме – в четыре раза, в литии – в 80 раз. Наша задача – обеспечить отечественную промышленность минеральным сырьем, в том числе стабильный экспорт в долгосрочной экспертизе»<sup>3</sup>. Отходы горнодобывающих компаний могут стать источником стратегического сырья для России к 2050 г.

Сделанный авторами анализ разнообразных открытых источников данных привел к формулированию прогноза потребления дефицитных видов стратегического минерального сырья в России до 2050 г., представленного в табл. 2.

**Таблица 2**  
Прогноз потребления дефицитных видов стратегического минерального сырья в России до 2050 г.

**Table 2**  
Consumption forecast of scarce types of strategic minerals in Russia until 2050

Вид минерального сырья	Объем импорта в структуре внутреннего потребления, %	Прогнозируемый рост объема потребления к 2050 г., %
Литий	100	+6 480
Вольфрам	8	+379
Марганец	95	+123
Уран	75	+100
Хром	44	+91
Титан	99	+79
Цирконий	82	+339
РЗМ	100	+300
Тантал	16	+43
Ниобий	100	+193
Молибден	50	+111
Алюминиевое сырье	63	+32
Ванадий	2	+178
Рений	50	+74
Графит	33	+977
Плавленый шпат	98	+1536

Несмотря на введенные санкции и попытки изоляции от глобальных трендов крупные российские отраслевые компании продолжают активно отслеживать и реагировать на международные тенденции в области циркулярной экономики, декарбонизации и других актуальных направлений устойчивого развития. Многие горнодобывающие компании, такие как НОРНИКЕЛЬ, АЛРОСА, РУСАЛ, СЕВЕРСТАЛЬ, МЕТАЛЛОИНВЕСТ и другие публикуют ежегодные отчеты об устойчивом развитии.

Стоит отметить, что еще в прошлом веке принципы циркулярной экономики начали применяться в СССР в период индустриализации страны как реакция на санкции, введенные странами, которые прекратили поставки ключевых ресурсов, таких как каучук.

Доклады на XV и XVI съездах ВКП(б) акцентировали внимание на рационализации и переработке и создании

отраслевых сообществ и территориально-производственных комплексов (ТПК), предшественников эко-индустриальных парков и кластеров<sup>4</sup>. Первые ТПК появились в 1920–1925 гг. при реализации плана ГОЭЛРО. Рядом с тепловыми электростанциями строились котельные, повторно использовавшие отработанный пар для отопления ближайших предприятий.

В 1930-х годах в ответ на санкции ряда государств-производителей каучука, запретивших его продажу Советскому Союзу, была развита гидролизная промышленность в рамках политики импортозамещения. Гидролизная промышленность насчитывала более 40 заводов по всей стране. В 1985 г. оборот в отрасли превысил 37 млрд руб. в ценах 2019 г. Для сравнения, годовая экономия датского эко-индустриального парка «Kalundborg» составляет около 1,727 млрд руб., что в 20 раз меньше одной отрасли гидролизного перепроизводства [3]. В наши дни гидролизные технологии активно применяются для переработки отходов.

Принципы циркулярной экономики в СССР реализовывались через сбор и переработку металлолома, макулатуры и стеклотары для повторного использования. Например, до 85% стеклянных бутылок использовались повторно, что не удалось ни одной другой стране.

Во многих научных работах исследователи сравнивают Россию с зарубежными странами, изучая их практики циркулярной экономики и переработки отходов. Однако, по мнению авторов исследования, в первую очередь следует обратиться к отечественным истокам, изучить советские практики, улучшить их и внедрить для значительного повышения экономических и экологических показателей страны.

При сравнении зарубежного и отечественного опыта переработки отходов эксперты часто с определенным скепсисом отмечают превосходство других стран в этой области. Тем не менее важно учитывать все факторы и причины такой разницы. Зарубежные страны обладают меньшими территориями и высокой плотностью населения, в отличие от России, где отходы часто находятся далеко от глаз общественности и не вызывают беспокойства. Многие иностранные государства не обладают таким богатством и разнообразием минеральных ресурсов, как Россия. Эти страны вынуждены перерабатывать отходы для сохранения дефицитных земель или для получения металлов и нерудных материалов, которые не могут быть добыты в достаточном количестве в их стране. Вывод напрашивается сам собой: если бы у других стран была такая же ресурсная ситуация, как у России, уровень переработки отходов был бы также низким.

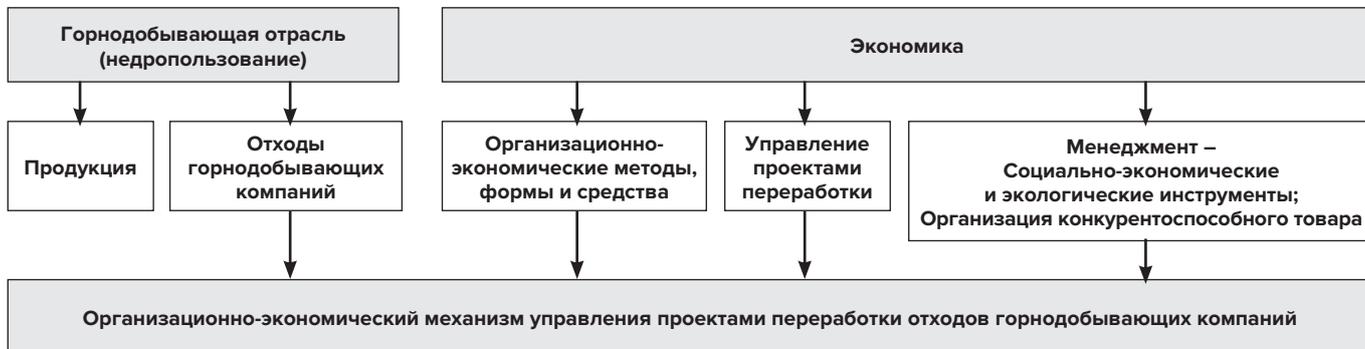
Один из ключевых факторов, который приводит к накоплению отходов в России, – это низкая рыночная мотивация, отсутствие стимулов для использования отходов горнодобывающими компаниями и недостаточно развитая государственная политика в этой области. Для успешной переработки отходов добычи полезных ископаемых требуются инновационные технологии (безотходные, «зеленые», декарбонизированные), а также организационно-экономические механизмы, способствующие эффективному и прибыльному использованию промышленных отходов. Это основные задачи в области управления отходами, решение которых невозможно без реализации проектов.

<sup>3</sup> Минприроды РФ. Режим доступа: <https://www.mnr.gov.ru/press/> (дата обращения: 03.07.2024).

<sup>4</sup> Стенографический отчет Съезда XVI Всесоюзной коммунистической партии, доклад Куйбышева, заседание №22. С. 500–510.

**Определение понятия «организационно-экономический механизм управления проектами переработки отходов»**

На рис. 1 отображено определение понятия «организационно-экономический механизм управления проектами переработки отходов» в контексте горнодобывающей отрасли.



**Рис. 1**  
Определение понятия «организационно-экономический механизм управления проектами переработки отходов»

**Fig. 1**  
A definition of the concept of “organizational and economic mechanism of managing waste processing projects”

Организационно-экономический механизм управления проектами по переработке отходов включает в себя совокупность принципов, методов, средств и инструментов, направленных на планирование, организацию, мотивацию и контроль процессов переработки отходов. Этот механизм должен учитывать многоаспектность взаимодействия между структурными элементами производства, логистики, маркетинга, финансирования и государственного регулирования, обеспечивая достижение устойчивого экономического и экологического эффекта.

В настоящее время управление отходами горнодобывающей промышленности в РФ сводится к соблюдению технологических и экологических норм проектов добычи полезных ископаемых и обеспечению основных производственных процессов.

Отчеты об устойчивом развитии компаний информируют о значительном увеличении утилизации отходов, но, как правило, это отходы I–III класса опасности, а они составляют 1–5% от общего объема отходов. А остальные 99–95% относят к неопасным отходам V класса и отправляют в хвостохранилища. Иногда используют на собственные нужды (отсыпка дорог, для рекультивации).

Для примера: в отчете за 2022 г. ПАО «АЛРОСА» сообщает о реализации технических решений для продолжительного складирования отходов на площади хвостохранилища до 2066 г.<sup>5</sup> Все это еще раз подтверждает, что объемы отходов горнодобывающих компаний будут только увеличиваться, если ситуация с их переработкой, утилизацией не изменится.

Значительная часть отходов, возникающих в результате добычи и первичной переработки полезных ископаемых, может быть успешно реинтегрирована в производственные процессы. Со времен Советского Союза существуют технологии по переработке отходов горнодобывающих компаний, которые продолжают совершенствоваться,

учитывая последние научные достижения и экологические стандарты.

В табл. 3 перечислены причины (факторы), влияющие на низкую заинтересованность в переработке или использовании промышленных отходов перерабатывающими предприятиями, коммерческими или государственными организациями.

**Таблица 3**  
Факторы низкой заинтересованности в переработке отходов

**Table 3**  
Factors of low interest in waste processing

Факторы	Объяснение
Изменчивый (неоднородный) качественный и химический состав	Разнообразие состава и свойств отходов затрудняет разработку универсальных методов их переработки и использования в промышленности
Экологически опасные элементы	Токсичные вещества в отходах требуют дополнительных мер предосторожности и инвестиций в безопасные технологии переработки
Многокомпонентный состав	Разнообразие компонентов отходов требует анализа и разделения на фракции, что может снижать экономическую эффективность переработки
Кратковременность эксплуатации по сравнению с природными материалами	Особенно актуально, когда природное месторождение уже не разрабатывается, что не позволяет обеспечивать стабильные поставки сырья и снижает доверие к долговечности получаемых материалов
Монополизированный рынок	Крупные горнодобывающие компании, которые поставляют значительный объем сырьевых ресурсов, контролируют цены и объемы поставок, тем самым влияя на структуру и динамику развития всего сектора
Несовершенное законодательство	Проявляется в области прав собственности на техногенные минеральные объекты, в системах учета отходов, в отсутствии методов объективной оценки, в сложности процедуры и ограничениях предоставления техногенных объектов в пользование

<sup>5</sup> Отчет об устойчивом развитии за 2022 г. Режим доступа: <https://alrosa.ru/investors/results-reports/esg-reports/2022/> (дата обращения: 03.07.2024).

**Реализация проектов по переработке отходов недропользования**

Для успешной реализации проектов по переработке или использованию отходов недропользования требуются значительные усилия и активное вовлечение собственников компаний.

Крупные российские компании интегрируют ESG-принципы в свои отчёты, демонстрируя ответственный подход в экологическом, социальном и управленческом аспектах. Это способствует повышению рейтинга компании на рынке, улучшению финансового положения и укреплению имиджа. Например, интеграция в производственный процесс компании технологии получения сырья из переработанных отходов, которую компания может также сама использовать в своей деятельности или реализовывать на рынке, расширив линейку своей продукции, может значительно повысить интерес к участию в таких проектах.

Одним из примеров наилучших доступных технологий, по мнению авторов, является технология компании «САИТАКС», активно разрабатывающей новые технологии и комплексные решения, направленные на полную утилизацию и переработку отходов, образующихся в процессе деятельности горнодобывающих предприятий и промышленных производств<sup>6</sup>. За годы своей работы компания «САИТАКС» накопила значительный опыт в области внедрения собственных технологических решений в сотрудничестве с крупнейшими промышленными предприятиями РФ, включая такие компании, как «ГАЗПРОМ», «НОВАТЭК» и «РУСАЛ».

Важно отметить, что себестоимость производства металлов и количество отходов при использовании их технологии значительно снижена. Компания подтвердила состоятельность своей технологии при переработке красного шлама, хвостов обогащения, металлургических золошлаков, пыли газоочистки сталеплавильных производств НЛМК, ММК и РУСАЛ.

Сутью данного метода является производство порошковых металлов в проходных печах непрерывного действия. Принципиальные отличия данного метода заключаются в неприхотливости технологии к химическому составу

сырья, отсутствии необходимости обогащения, протекании всех восстановительных процессов при пониженных температурах (до 1000 °С) в токе водорода или монооксида углерода CO.

Технология позволяет получать:

- пеностекло SAITAX (экологичный и качественный теплоизоляционный материал);
- концентраты металлических порошков: Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb и др.;
- оксиды: алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, магния MgO, титана TiO<sub>2</sub>;
- диоксид кремния SiO<sub>2</sub>;
- карбонат лития Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;
- комплексные удобрения.

На рис. 2 приведены основные возможности компании «САИТАКС» по переработке разных видов отходов и производству соответствующей продукции в зависимости от свойств отходов, их химического и физического состава, а также от запросов клиентов или рыночного спроса в регионе, где проводится переработка отходов.

Все параметры предлагаемых проектов обладают высокой степенью гибкости и могут быть адаптированы в соответствии с финансовыми возможностями компании и потребностями региона в области переработки отходов, а также с учетом ожидаемого экономического эффекта и доступных мер государственной поддержки. Кроме того, компания готова производить именно те материалы, товары или сырье, которые будут наиболее востребованы в конкретном регионе, где планируется реализация проекта по переработке отходов.

Для одного из крупнейших российских предприятий компанией «САИТАКС» был разработан целевой проект, предусматривающий строительство завода с необходимой мощностью для переработки всех шламов предприятия на каждом месторождении. Проект предполагает максимальную локализацию и минимальные закупки сырья. Период переработки составляет от 50 до 100 лет на одном месторождении. Для начала компания предлагает запустить пилотный проект, рассчитанный на переработку 40 тыс. т шламов в год для подтверждения параметров применения технологии переработки хвостов обогащения. Реализация пилотного проекта позво-



**Рис. 2**  
Возможности ООО «САИТАКС» по переработке отходов

**Fig. 2**  
Waste processing capabilities of SAITAX LLC

<sup>6</sup> ООО «Сайтакс». Режим доступа: <http://www.saitax.ru>



Рис. 3  
Типы проектов по управлению отходами

Fig. 3  
Types of waste management projects

лит оптимизировать капитальные вложения и ускорить запуск производства, а также отработать логистические и маркетинговые аспекты сбыта готовой продукции. Провести научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) на опытно-промышленной линии «САИТАХ».

Предварительные расчеты показали, что применение технологии ООО «САИТАКС» позволит получить рентабельный проект по переработке отходов крупной горнодобывающей компании.

Применение вторичных ресурсов способствует сокращению капитальных затрат на 30–35% и уменьшает себестоимость выпускаемой продукции или сырья на 30% [4]. Это подтверждает эффективность использования циркулярной (безотходной) модели экономики в горнодобывающей промышленности – использовать ресурсы, которые фактически лежат у нас под ногами.

Проектный подход в управлении отходами недропользования позволяет проводить всестороннюю экономическую оценку ресурсного потенциала отходов. Благодаря проектному подходу можно рассматривать различные сценарии переработки отходов, их использования. Учитывать конфликт интересов заинтересованных сторон (многие отвалы с отходами являются гидротехническими сооружениями и их разработку необходимо согласовывать с различными ведомствами).

Согласно мнению экспертов, учитывая принципы иерархии управления отходами и логику проектного подхода, можно идентифицировать два основных типа проектных инициатив. Первый тип ориентирован на минимизацию образования отходов на этапах производства, второй – на переработку и утилизацию уже существующих отходов (рис. 3) [5].

Актуальность данных проектов обусловлена стремлением к устойчивому развитию и необходимости снижения негативного воздействия на окружающую среду. В первом типе проектов задачи включают разработку новых технологий и процессов, позволяющих сократить объемы образующихся отходов. Во втором – акцент делается на создании и внедрении эффективных методов переработки и безопасной утилизации.

На рис. 3 показана связь между типами проектов, их задачами и типичными примерами, что позволяет получить целостное понимание стратегий управления отходами в контексте проектного подхода.

**Заключение**

Возвращаясь к причинам низкой заинтересованности в переработке или использовании промышленных отходов, следует отметить, что в условиях появления открытых данных о соблюдении экологических норм крупными горнодобывающими компаниями важно внедрять

ценностный подход к социально-экологической ответственности в управлении организацией. Такой подход позволит не только повысить заинтересованность в экологически ответственном поведении, но и интегрировать принципы устойчивого развития в стратегию компании, ее проекты по управлению отходами.

Как один из инструментов повышения ценностного подхода и популяризации практик использования отходов горнодобывающих компаний можно использовать ИТ-площадку ППК РЭО (Публично-правовая компания «Российский экологический оператор») для размещения

в ней модуля «Экокарьер» где будет размещена информация о техногенных месторождениях в РФ с их химико-физическими свойствами и перечнем НДТ для их переработки. Сформулированные предложения созвучны обсуждаемым в экспертном сообществе тезисам о необходимости создания Техногенной карты месторождений Российской Федерации и формирования реестра наиболее эффективных технологий для переработки и утилизации горнопромышленных отходов. Эти меры являются ключевыми шагами для систематического и целенаправленного решения проблемы на национальном уровне.

### Список литературы / References

1. Худякова Л.И., Войлошников О.В., Тимофеева С.С. *Магнийсиликатные породы горнодобывающей промышленности и технологии их утилизации*. Новосибирск: Гео; 2014. 175 с.
2. Комаров М.А., Алискеров В.А., Кусевич В.И., Заверткин В.Л. Горно-промышленные отходы – дополнительный источник минерального сырья. *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление*. 2007;(4):3–9.  
Komarov M.A., Aliskerov V.A., Kusevich V.I., Zavyortkin V.L. Mine waste – an additional source of mineral resources. *Mineral Resources of Russia. Economics and Management*. 2007;(4):3–9. (In Russ.)
3. Суходолов А.П., Хаматаев В.А. Развитие отечественной гидролизной промышленности. *Известия Иркутской государственной экономической академии*. 2009;(3):49–52. Режим доступа: <https://izvestia.bgu.ru/reader/article.aspx?id=4875> (дата обращения: 27.07.2024).  
Sukhodolov A.P., Khamataev V.A. Stages of development of the domestic hydrolysis industry. *Izvestiya Irkutskoi Gosudarstvennoi Ekonomicheskoi Akademii*. 2009;(3):49–52. Available at: <https://izvestia.bgu.ru/reader/article.aspx?id=4875> (accessed: 27.07.2024).
4. Будина Т.С., Прокофьева Л.М. Кроссотраслевая задача переработки золошлаковых отходов. В кн.: *Актуальные проблемы недропользования: тез. докл. 19-й Всерос. конф.-конкурса студентов и аспирантов, г. Санкт-Петербург, 12–16 апр. 2021 г.* СПб.: Санкт-Петербургский горный университет; 2021. –Т. 4. С. 185–187.
5. Невская М.А., Маринина О.А. Обоснование проектного подхода к управлению горнопромышленными отходами в минерально-сырьевом комплексе. *Интернет-журнал Науковедение*. 2016;8(3):59–70. Режим доступа: <https://naukovedenie.ru/PDF/13EVN316.pdf> (дата обращения: 27.07.2024).  
Nevskaya M.A., Marinina O.A. Justification of the project approach to the management of mining waste in the industrial mineral raw materials complex. *Internet-zhurnal Naukovedenie*. 2016;8(3):59–70. Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/13EVN316.pdf> (accessed: 27.07.2024).

#### Информация об авторах

**Зворыкина Юлия Викторовна** – доктор экономических наук, профессор, Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-9282-7114>; e-mail: [zvorykina@mgru.ru](mailto:zvorykina@mgru.ru)

**Будина Татьяна Сергеевна** – аспирант, Российский государственный геологоразведочный университет им. С. Орджоникидзе (МГРИ), г. Москва, Российская Федерация; e-mail: [budtat05@gmail.com](mailto:budtat05@gmail.com)

**Кайманаков Илья Сергеевич** – генеральный директор ООО «САИТАКС», г. Москва, Российская Федерация

#### Information about the authors

**Julia V. Zvorykina** – Dr. Sci. (Econ.), Professor, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-9282-7114>; e-mail: [zvorykina@mgru.ru](mailto:zvorykina@mgru.ru)

**Tatiana S. Budina** – Postgraduate Student, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russian Federation; e-mail: [budtat05@gmail.com](mailto:budtat05@gmail.com)

**Ilya S. Kaimanakov** – Director General, SAITAX LLC, Moscow, Russian Federation

#### Article info

Received: 14.08.2024

Revised: 20.09.2024

Accepted: 21.09.2024

#### Информация о статье

Поступила в редакцию: 14.08.2024

Поступила после рецензирования: 20.09.2024

Принята к публикации: 21.09.2024