

Арктика и Север. 2023. № 52. С. 100–120.  
Научная статья  
УДК 332.2(045)  
doi: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.100

## Комплексная переработка минерального сырья: факторы готовности и сопротивления хозяйствующих субъектов

**Бажутова Екатерина Андреевна**<sup>1</sup>, кандидат экономических наук, научный сотрудник  
**Скуфьина Татьяна Петровна**<sup>2</sup>✉, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник

<sup>1, 2</sup> Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина — обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра КНЦ РАН, ул. Ферсмана, 24а, Апатиты, Россия

<sup>1</sup> eabazhutova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7407-8084>

<sup>2</sup> skufina@gmail.com ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7382-3110>

**Аннотация.** Обеспечение комплексной переработки минерального сырья остается актуальной темой современных исследований ввиду её социально-экономической, экологической и технологической значимости, а также как одно из ключевых условий устойчивого развития России, определённого Стратегией развития её минерально-сырьевой базы до 2035 года. При этом практическая реализуемость данной концепции продолжает оставаться точечной и несистемной. В новых условиях санкционных ограничений, острой потребности в импортозамещении, учёта региональной специфики размещения запасов стратегических видов минерального сырья в Арктической зоне РФ требуется смена парадигмы развития ресурсно-сырьевого комплекса России от экстенсивной к интенсивной траектории развития и смещения контекста исследования в сторону учёта готовности региональных хозяйственных систем к таким изменениям. С учётом накопленного научного задела в статье осуществлена попытка консолидации и систематизации исследований по теме комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов относительно факторов, определяющих готовность и вызывающих сопротивление по практической реализации концепции со стороны хозяйствующих субъектов как ключевых акторов данного процесса. Научная новизна исследования состоит в систематизации имеющихся позиций относительно вопроса перехода к реализации концепции комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов для выработки набора показателей как инструмента для оценки готовности и сопротивления региональной хозяйственной системы к смене парадигмы. В качестве методов исследования используются обзор публикаций по теме комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов. В результате исследования было выделено 20 факторов, которые были систематизированы в 5 групп. Полученная классификация факторов может стать основой для дальнейшего исследования поставленного в настоящей статье вопроса, которое позволит дать оценку готовности к изменениям на уровне региона, выявить препятствия, мешающие их осуществлению, и определить направления поиска решений для устранения или нивелирования выявленных факторов сопротивления.

**Ключевые слова:** управление природопользованием, устойчивое развитие, минерально-сырьевая база, комплексная переработка минерально-сырьевых ресурсов, региональная хозяйственная система

\* © Бажутова Е.А., Скуфьина Т.П., 2023

Для цитирования: Бажутова Е.А., Скуфьина Т.П. Комплексная переработка минерального сырья: факторы готовности и сопротивления хозяйствующих субъектов // Арктика и Север. 2023. № 52. С. 100–120. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.100

For citation: Bazhutova E.A., Skufina T.P. Integrated Processing of Mineral Raw Materials: Factors of Readiness and Resistance of Economic Entities. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2023, no. 52, pp. 100–120. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2023.52.100

### *Благодарности*

Исследование выполнено за счёт средств гранта Российского научного фонда (проект №19-18-00025).

## **Integrated Processing of Mineral Raw Materials: Factors of Readiness and Resistance of Economic Entities**

**Ekaterina A. Bazhutova**<sup>1</sup>, Cand. Sci. (Econ.), Researcher

**Tatyana P. Skufina**<sup>2</sup>✉, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Chief Researcher

<sup>1,2</sup> Luzin Institute for Economic Studies — Subdivision of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences”, ul. Fersmana, 24a, Apatity, Russia

<sup>1</sup> eabazhutova@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7407-8084>

<sup>2</sup> skufina@gmail.com ✉, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7382-3110>

**Abstract.** Ensuring the integrated processing of mineral raw materials remains a relevant topic of modern research due to its socio-economic, environmental and technological significance, as well as one of the key conditions for sustainable development of Russia, defined by the Strategy for the development of mineral resource base up to 2035. At the same time, the practical realization of this concept continues to be occasional and non-systemic. Under the new conditions of sanctions restrictions, the acute need for import substitution, taking into account the regional specifics of strategic mineral resources in the Arctic zone of the Russian Federation, it is necessary to change the paradigm of development of the resource and raw materials complex of Russia from extensive to intensive one and to shift the research context towards readiness of regional economic systems to such changes. Considering the accumulated scientific background, the article attempts to consolidate and systematize the research on the topic of integrated processing of mineral resources in relation to the factors that determine readiness and cause resistance to the practical implementation of the concept on the part of economic entities as key actors in this process. The scientific novelty of the study consists in the systematization of existing positions on the issue of transition to the implementation of the concept of integrated processing of mineral resources to develop a set of indicators as a tool for assessing the readiness and resistance of the regional economic system to the paradigm shift. The research method used is a review of publications on the topic of integrated processing of mineral resources. As a result of the study, 20 factors were identified and systematized into 5 groups. The obtained classification of factors can become the basis for further research of the question posed in this article, which will allow assessing the readiness for changes at the regional level, to identify obstacles that hinder their implementation, and to determine the directions of search for solutions to eliminating or levelling of the identified resistance factors.

**Keywords:** *environmental management, sustainable development, mineral resource base, complex processing of mineral resources, regional economic system*

### *Введение*

Проблема комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов продолжает оставаться актуальной с точки зрения поиска организационно-экономических механизмов её практической реализации. Накопление отходов горнорудных производств, обуславливающее экологические проблемы в регионах, усложняющиеся горно-геологические условия добычи, приводящие к снижению объёмов добычи и росту себестоимости, вызывают обеспокоенность со стороны всех экономических агентов рынка: и государства, и общества, и бизнеса. Современные вызовы российской экономики, выражающиеся в ужесточающихся санкциях, и обострение на этом фоне проблемы импортозамещения, в том числе в обеспечении

отдельными видами минерального сырья, предопределяют повышение актуальности вопроса комплексной переработки и необходимости поиска решений по её практической реализуемости.

О концепции комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов впервые заговорили в 30-х гг. прошлого века. Её родоначальником по праву можно назвать академика А.Е. Ферсмана. Предложенный им принцип, по аналогии с природой, размещать производства так, чтобы добывать не отдельные компоненты, а весь геохимический спектр химических элементов, сконцентрированных на данной территории, стал основой концепции комплексного использования сырья [1, Калинин В.Т., Григорьев А.В.].

С 1960 г. продолжилось аккумулирование отраслевых знаний по рациональному использованию минерально-сырьевых ресурсов. Этот период связывают с такими учёными, как С.Г. Струмилин, А.А. Минц, К.Г. Гофман, А.А. Арбатов, А.С. Астахов, М.И. Агошков, Ю.В. Яковец, В.С. Немчинов. К наиболее важным теоретическим разработкам этого времени относится разработка: принципов оптимального планирования горного производства, концепции системного управления отраслью, теории эффективности производственной деятельности, концепции экономической оценки минеральных ресурсов [2, с. 63].

В 90-е гг. в условиях перехода к рыночной экономике и формирования института частной собственности на природные ресурсы исследователи сосредоточили внимание на определении роли и места государства в решении проблем природопользования, разработке мер, стимулирующих комплексное освоение минеральных ресурсов и использование отходов горнодобывающих и перерабатывающих производств, а также участия государства в решении проблемы утилизации отходов. В научных исследованиях этого периода более чётко обозначились горно-технологическое, горно-экологическое, экономическое (эколого-экономическое, геолого-экономическое) направления природопользования. Горно-технологическое направление, основанное на принципах концепции интенсификации (малоотходность, комплексность использования полезных ископаемых), получило своё развитие в работах В. Н. Макарова, К. Н. Трубецкого, В. Н. Уманца, Н. Б. Никитина, Л. А. Барского и др. [2, с. 67]. Экономическое направление, охватывающее эколого-экономические и геолого-экономические аспекты рационального природопользования, развивалось в контексте разработки методов экономической оценки минеральных ресурсов и месторождений, поиска подходов к стимулированию комплексного использования полезных ископаемых, переработки отходов, учитывающих особенности переходного периода. Эколого-экономические вопросы рационального природопользования в тот период в наибольшей степени нашли своё отражение в работах О.Ф. Балацкого, Л.Г. Мельника, А.Ф. Яковлева, А.А. Голуба, Е.Б. Струковой, Е.А. Соловьёвой, Н.Я. Лобанова, Ю.А. Чернегова, А.А. Аверченко, А.С. Гумилевского. Получили развитие научные исследования техногенных месторождений как сложных геологических объектов, обладающих существенным ресурсным потенциалом (К.Н. Трубецкой, В.Н. Уманец, А.В. Когут, О.Е. Горлова, А.Б. Макаров). Кроме того, возникла потребность в

экономической оценке техногенных месторождений как объектов инвестиционной деятельности (В.В. Чайников, В.Т. Борисович, Е.Л. Гольдман и др.) [2, с. 68].

С начала 2000-х гг. начались изменения в системе государственного управления природопользованием. Указанные проблемы нашли отражение в исследованиях Л.З. Быховского, Е.А. Каменева, Ю.А. Кипермана, М.А. Комарова, Н.Б. Карпенко, В.А. Коткина, С.Г. Селезнева. Исследователями отмечается необходимость систематизации информации об отходах и техногенных месторождениях, их ресурсном потенциале, системной эколого-экономической оценке и государственном учёте [2, с. 71].

Переход с 2014 г. на новую парадигму государственного экологического регулирования, опирающуюся на принципы наилучших доступных технологий и акцентирующую внимание на эколого-технологической стороне проблемы обращения с отходами добычи и переработки, отодвинул на второй план её экономический и имущественный аспекты. В то же время ресурсный потенциал накопленных отходов прошлой деятельности и их негативное воздействие на окружающую среду при отсутствии институциональных условий, стимулирующих эффективное вовлечение отходов в переработку, представляли собой проблемную область природопользования, которая нашла отражение в Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года (далее — Стратегия). Реализация Стратегии должна была обеспечивать консолидацию усилий законодательных и исполнительных органов государственной власти, органов власти субъектов Российской Федерации, научного, научно-образовательного и предпринимательского сообществ (включая малый и средний бизнес) для формирования благоприятного правового, инвестиционного и делового климата, обеспечения необходимого технологического и кадрового потенциалов. На первом этапе, утверждённом плане мероприятий на период 2018–2024 гг., предусматривалось совершенствование основных правовых и экономических механизмов, способствующих росту инвестиционной привлекательности российских недр, оптимизация направлений работ за счёт средств федерального бюджета в соответствии с положениями Стратегии. Результатами первого этапа должны были стать необходимые программные и проектные документы, обеспечивающие концентрацию финансовых средств, технологического и кадрового потенциала на достижение показателей развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации. На втором этапе (2025–2035 гг.) предусматривалось проведение всего комплекса работ для достижения целей и задач Стратегии с учётом её актуализации, что в течение 2023 г. требует разработки соответствующего нового плана мероприятий <sup>1</sup>.

В рамках реализации первого этапа Стратегии была выполнена значительная работа по совершенствованию правового поля. Так, в 2021 г. был принят федеральный закон № 123-ФЗ, внёсший самые масштабные за последние 30 лет изменения в закон «О недрах». Для ре-

<sup>1</sup> Распоряжение Правительства РФ от 22.12.2018 N 2914-р «Об утверждении Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года». URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/56356.html?ysclid=ifr4bfx9r110726943> (дата обращения: 01.02.2023).

ализации закона утверждены 9 постановлений Правительства России, 2 приказа Минприроды России и 22 совместных приказа Минприроды России и Роснедр. Проведённые изменения с 2015 г. дали большой импульс развитию геологоразведки.

При этом утверждённый в рамках стратегии путь достижения цели устойчивого обеспечения минеральным сырьём за счёт увеличения инвестиционной привлекательности геологоразведочных работ всех стадий, роста качества прогнозирования и поисков новых месторождений, а также повышения эффективности освоения известных, в том числе неразрабатываемых месторождений, путём внедрения современных технологий переработки, обогащения и комплексного извлечения полезных ископаемых, осуществляется не в полной мере и не сбалансировано. На текущий момент реализации Стратегии наибольший акцент сделан на экстенсивные методы, т. е. рост качества прогнозирования и поиска новых месторождений. Об этом свидетельствуют и ключевые показатели Стратегии, по которым оценивается её эффективность, а именно прирост запасов важнейших видов полезных ископаемых и объём внебюджетных инвестиций на проведение геологоразведочных работ, которые достигаются вполне успешно (табл. 1).

Таблица 1

Показатели реализации Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года<sup>2</sup>

Наименование показателя	Ед. изм.	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Количество выданных лицензий по «заявительному» принципу	ед.	256	427	404	797	1244	1636	1685
Инвестиционная стоимость проектов геологического изучения недр, осуществляемого по «заявительному» принципу	млрд руб.	9,1	17,8	25,5	23,3	38,8	65	83,4

При этом наименее охваченной остаётся часть, связанная с повышением эффективности освоения известных и неразрабатываемых месторождений путём внедрения современных технологий переработки, обогащения и комплексного извлечения полезных ископаемых. Последствиями такого дисбаланса являются продолжающееся накопление отходов горного производства, увеличение объёмов техногенных месторождений, вовлечение в производственные процессы больших площадей земель (табл. 2).

<sup>2</sup> Источник: составлено на основе доклада Минприроды о реализации Стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ в 2021 г.

Таблица 2

Динамика образования, использования и накопления отходов производства и потребления<sup>3</sup>

Наименование показателя	2018	2019	2020
<b>Добыча полезных ископаемых</b>			
Образование отходов производства и потребления по виду деятельности добыча полезных ископаемых	6 850 485,40	7 257 022,10	6 367 335,60
Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по виду деятельности добыча полезных ископаемых, тыс. тонн	3 585 213,50	3 561 595,40	2 970 827,40
Соотношение образования и утилизации отходов по виду деятельности добыча полезных ископаемых, %	52,3%	49,1%	46,7%
<b>Переработка полезных ископаемых</b>			
Образование отходов производства и потребления по виду деятельности переработка полезных ископаемых, тыс. тонн	204 190,60	214 818,70	201 332,60
Утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления по виду деятельности переработка полезных ископаемых, тыс. тонн	103 395,7	113 678,3	99 668,5
Соотношение образования и утилизации отходов по виду деятельности переработка полезных ископаемых, %	50,6%	52,9%	49,5%

Помимо этого о необходимости в ближайшей перспективе пересмотра политики недропользования от экстенсивных к интенсивным методам освоения, в том числе за счёт вовлечения в оборот накопленных техногенных месторождений, свидетельствуют и данные по количеству открытых месторождений (табл. 3) и риска импортозависимости по стратегическим видам минерального сырья, запасы которых в РФ представлены в малом объёме как попутные элементы, возможные к извлечению, или месторождениями низкого качества, что вызывает необходимость их импортирования из-за рубежа (табл. 4). В текущих условиях ужесточения санкционной политики и нестабильной геополитической обстановки необходимость решения вопроса самообеспечения, несомненно, возрастает и это стать одной из целей формирования нового плана мероприятий по второму этапу реализации Стратегии на период 2024–2030 гг.

Таблица 3

Динамика по количеству поставленных на государственный учёт месторождений<sup>4</sup>

Наименование показателя	2019	2020	2021
Количество месторождений, поставленных на государственный учёт, ед.	59	49	37

<sup>3</sup> Источник: составлено на основе статистического бюллетеня «Основные показатели охраны окружающей среды». URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 01.02.2023).

<sup>4</sup> Источник: составлено на основе данных Роснедр.



Таблица 4

Стратегические виды минерального сырья, имеющие наибольший риск импортозависимости<sup>5</sup>

Сырьё	Объём внутренней добычи в России	Объём внутреннего потребления в России	Объём импорта	Страна-импортёр	Сфера применения
Уран	2 897 т	10 300 т	7 905 т	Казахстан, Украина, Канада	Атомная энергетика
Титан	439 тыс. т	365 тыс. т (титановый концентрат) 82,6 тыс. т (пигментный диоксид титана) 11 тыс. т (титановые изделия)	207,4 тыс. т (титановых концентрата) 59,8 тыс. т (пигментного диоксида титана)	Казахстан, Украина, Япония, Китай, США, Мексика, Германия, Великобритания	Металлургия, Авиация
Цирконий	19,5 тыс. т	10 тыс. т (циркониевый концентрат)	7,9 тыс. т (циркониевый концентрат) 197,6 тыс. т (диоксид циркония высокой чистоты) 119 тыс. т (металлический цирконий)	Украина, Нидерланды, Индонезия, США, Испания, Германия, Италия, Китай, ЮАР, Индия, Франция	Сплавы для производства ядерных реакторов, легкие сплавы
Редкоземельные элементы	114,8 тыс. т	1,1 тыс. т	1,1 тыс. т	Китай, Эстония	Электроника, производство аккумуляторов магнитов

Полученные результаты Стратегии не позволяют в полной мере оценить эффективность её реализации. Данный вывод отражается и в аналитическом отчёте Счётной палаты «Недропользование» № 5 за 2020 г. Одним из рекомендуемых мероприятий отчёта является вовлечение во вторичную переработку отходов горно-обогатительных производств, внедрения экономически эффективных технологий обогащения низкокачественного минерального сырья за счёт разработки целевого проекта в области геологического изучения и рационального недропользования.

В современных исследованиях последних лет также обозначается необходимость смены парадигмы развития ресурсно-сырьевого комплекса России. Смена парадигмы связана с переходом от экстенсивной к интенсивной траектории развития [3, Эдер Л.В., Конторович А.Э., с. 16–18]. При этом акцент исследовательской проблемы всё больше смещается в сторону учёта региональной составляющей, включающей в себя проведение широкого межрегионального сопоставления текущего состояния освоения недр в ресурсодобывающих регионах России в целях теоретического обоснования и практической разработки новых перспективных проектных форм взаимодействия бизнеса и государства, а также разработки на этой основе активной региональной политики, ориентированной на решение задач иннова-

<sup>5</sup> Источник: разработано на основе данных государственного доклада «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году».

ционного развития, импортозамещения и устойчивого социально-экономического развития регионов [4, Конторович А.Э.].

Принимая во внимание тот факт, что в большей степени перспективные месторождения стратегических видов минерального сырья, имеющих наибольший риск импортозависимости, представлены в регионах Арктической зоны РФ (табл. 5), важность учёта её региональной специфики, обусловленной сложными природно-климатическими условиями, нестандартными социально-экономическими аспектами деятельности и экологической хрупкостью арктических территорий, а также происходящими в ней изменениями [5, Зайков К.С., Кондратов Н.А., Кудряшова Е.В., Липина С.А., Чистобаев А.И, с. 10–12] становится ещё более актуальной.

Таблица 5

Географическое распределение действующих и перспективных месторождений импортозависимых стратегических минеральных ресурсов по регионам РФ<sup>6</sup>

Наименование минерального сырья	Регионы с действующими месторождениями		Регионы с перспективными месторождениями	
	Регионы АЗРФ	Другие регионы	Регионы АЗРФ	Другие регионы
Уран	Республика Саха (Якутия)	Забайкальский край, Республика Бурятия, Курганская область		Амурская область, Еврейский АО, Забайкальский край
Титан	Мурманская область, Республика Коми		Мурманская область	Томская область, Забайкальский край, Амурская область, Челябинская область
Цирконий	Мурманская область		Республика Коми	Томская область, Иркутская область
Редкоземельные металлы	Мурманская область		Республика Саха (Якутия), Красноярский край, Республика Коми	

Большинство проектов освоения перспективных месторождений в российских арктических регионах включено в Стратегию развития АЗРФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г., утверждённую Указом Президента РФ от 26.10.2020 № 645. Это обуславливает высокую ответственность за обеспечение сохранности хрупкого экологического баланса на территории российской Арктики с акцентом на интенсивные методы добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе путём применения комплексной переработки минерального сырья на действующих и перспективных месторождениях.

Состояние освоения недр ресурсодобывающих регионов во многом определяется экономической активностью хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность по

<sup>6</sup> Источник: разработано автором на основе данных государственного доклада «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году».



добыче и переработке полезных ископаемых на его территории, и реализуемой ими корпоративной политики относительно своего производства. Ввиду этого становится важным учёт их готовности к смене парадигмы своего развития в сторону комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов, и выявление факторов, обуславливающих сопротивление к такому переходу. Формирование перечня таких факторов и проведение оценки мнения хозяйствующих субъектов относительно них является актуальной научной задачей. Её решение позволит уточнить реализацию Стратегий развития минерально-сырьевой базы РФ и АЗРФ до 2035 года за счёт учёта особенностей арктических региональных хозяйственных систем ресурсных регионов и выработать предметные решения по наиболее острым проблемам, затрудняющим реализацию Стратегий на местах.

Таким образом, цель настоящего исследования будет заключаться в формировании перечня факторов готовности и сопротивления хозяйствующих субъектов к реализации комплексной переработки минерального сырья и их систематизации для дальнейшего проведения исследования оценки готовности к такому изменению региональной хозяйственной системы в целом и выработки мероприятий, способствующих повышению уровня её готовности и снижению сопротивления.

Для достижения поставленной цели предлагается решить следующие задачи:

- провести обзор имеющихся исследований по вопросу реализации комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов;
- определить факторы, обуславливающие готовность к реализации комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов, и факторы риска, вызывающие сопротивление и сдерживающие такой переход;
- систематизировать выявленные факторы готовности и сопротивления, представив их в качестве набора индикаторов, по которым будет проводиться дальнейшее исследование оценки готовности региональной хозяйственной системы к переходу на концепцию комплексной переработки минерального сырья.

В качестве методов исследования был выбран метод контент-анализа научных публикаций по теме комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов. Было проанализировано 100 публикаций последних 10 лет относительно выделяемых в них факторов, способствующих и сдерживающих реализацию концепции комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов (далее КПМС). Выявленные в работах факторы были систематизированы в подгруппы и классифицированы на факторы возможности и факторы сопротивления.

### ***Результаты и дискуссия***

В результате проведённого контент-анализа было выявлено 20 факторов, на которые исследователи делают акценты при рассмотрении проблемы комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов. При этом выявленные факторы имеют как положительный, так

и отрицательный эмоциональный окрас: как создающие возможности и как сдерживающие реализацию концепции комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов.

Первым и наиболее встречающимся фактором является *фактор запасов полезных ископаемых*. Он так или иначе упоминался во всех рассмотренных публикациях и в большей степени (67%) имел положительный эмоциональный окрас, обусловленный значительной обеспеченностью России минеральными ресурсами как природного, так и техногенного характера. К условиям, создающим возможность реализации КПМС, относились также ухудшение горно-геологических условий работ и качества вовлекаемых в разработку месторождений, сокращение объёмов геологоразведочных работ. С точки зрения негативной оценки данного фактора, сдерживающей реализацию КПМС, указывалось ухудшение с течением времени качественного и количественного составов ранее сформированных лежалых отходов и изменение физико-механических свойств пород [2, с. 27–28].

Наравне с запасами минерально-сырьевых ресурсов в публикациях освещается *фактор разработанных потенциально возможных технологий переработки*. В качестве возможности данный фактор отмечается в 33% публикаций, где он упоминается, и характеризуется наличием значительного научного задела и накопленного опыта по разработанным технологиям комплексной и углублённой переработки минерально-сырьевых ресурсов [6, Орехова Н.Н., Шадрюнова И.В., Зелинская Е.В., Волкова Н.А.; 7, Чантурия В.А., с. 568]. При этом в иных случаях технологический фактор имеет скорее отрицательный окрас ввиду отсутствия эффективных технологий переработки, готовых к применению в крупном масштабе, и необходимости дальнейшего исследования данного вопроса. Одним из ключевых условий данного направления выделяется необходимость формирования единого информационного пространства для учёта запасов минеральных ресурсов: как природных, так и техногенных, для получения достоверной минералогической информации, которая должна быть доступна для научно-исследовательских институтов и производственных организаций различной ведомственной принадлежности.

Немаловажным для реализации КПМС является фактор наличия *требуемых производственных мощностей*. К нему относится как наличие имеющихся перерабатывающих активов, количество хозяйствующих субъектов, владеющих ими, и их категория (малый, средний, крупный бизнес), так и оборудование, используемое в процессе переработки. В рассмотренных публикациях положительный аспект состоял в том, что Россия имеет значительный потенциал создания полной производственной цепочки. Однако межрегиональная кооперация не получила должного распространения, в связи с чем на большинстве производств имеется недозагруженность производственных мощностей. Отмечается, что организация производства КПМС возможна в рамках одного предприятия без необходимости выделения данной деятельности в специализированное производство [8, Ларичкин Ф.Д., с. 12]. В то же время имеются ограничения в части достаточности собственной материально-технической базы, выражаемой в отсутствии R&D-подразделений и эффективности имеюще-

гося оборудования, с точки зрения производительности и экологической безопасности, а также его износа и потребности в модернизации [2, с. 233]. Последнее требует от хозяйствующих субъектов масштабных *инвестиций* в обновление, что выступает ещё одним фактором реализации КПМС, выделенного в рамках проведённого анализа [9, Литвиненко В.С., с. 62]. При этом инвестиции требуются не только на совершенствование материально-технической базы, но и для решения вопроса кадрового обеспечения [10, Ускова Т.В., Лукин Е.В., Мельников А.Е., Леонидова Е.Г., с. 73–74].

Успешность реализации КПМС, как и прогресс состояния любой отрасли материального производства, напрямую обусловлен состоянием персонала. *Фактор персонала* в рассмотренных публикациях в положительном ключе характеризует сложившуюся в России систему подготовки кадров высшего и среднего образования для горной отрасли, сохранившую принципы традиционного российского образования и специалитетную форму подготовки, как уровень высшего профессионального образования. Однако отмечается и необходимость её дальнейшего совершенствования для приведения в соответствие текущим потребностям бизнеса и с точки зрения выдерживания проактивной относительно к нему позиции. Требуют усиления отдельные направления подготовки кадров, такие как геология и минералогия, а также реализация концепции непрерывного образования горных инженеров во взаимодействии с образовательным, научным и бизнес-сообществами [11; 12, Казанин О.И., с. 370–373; 13, Верчеба А.А., с. 147–149].

Пятым фактором в рассмотренных публикациях стал *фактор регулирования со стороны государства (состояние правового поля)*. В большей степени (75%) данный фактор в рассмотренных публикациях имел негативный окрас, связанный с несовершенством действующей нормативно-правовой базы в России и её недостаточностью [14, с. 161]. Этот факт в полной мере и нашёл отражение в содержании первого этапа реализации Стратегии развития минерально-сырьевого комплекса России до 2035 года как одна из её ключевых задач. Сдерживающее влияние также характеризовалось ведомственной разобщённостью в части регулирования деятельности с отходами (Росприроднадзора и Роснедр); вопросами установления прав собственности; отсутствием единой системы учёта [15, Nevskaya M.A., Marinina O.A.; 16, Ponomarenko T.V., Nevskaya M.A., Marinina O.A., с. 2627]. Возможность определялась появлением новых и актуализацией действующих законодательных нормативных актов, усиливающих ответственность недропользователей за обращение с отходами производства [17, Мустафин С.К., Анисимова Г.С., Трифонов А.Н., Стручко К.К., с. 9], а также необходимостью выработки новых подходов к государственному управлению процессами работы с месторождениями в целом [18, Литвиненко В.С., Петров Е.И., Василевская Д.В., Яковенко А.В., Наумов И.А., Ратников М.А., с. 15].

Производным от фактора регулирования со стороны государства (состояния правового поля) стал шестой фактор — *фактор административных барьеров*. Данный фактор однозначно рассматривался в отрицательном значении. Указывалось, что усложняется дея-

тельность недропользователей по применению (утилизации) образуемых ими отходов и распоряжению ими [2, с. 89]; ограничивается доступ к накопленным техногенным отходам организаций, включая малый горный бизнес [2, с. 62]; имеется необходимость лицензирования деятельности по обращению с отходами [19, Карпенко Н.Б., с. 17–18]; действует принцип «освоения крупных месторождений» при разработке техногенных [2, с. 72]. Последние аспекты также были выделены в отдельные факторы — *фактор патентов, лицензий на осуществление деятельности и фактор разрешений на осуществление вида деятельности*.

Маркетинговая составляющая КПМС непосредственно связана с *фактором спроса*. В рассмотренных публикациях он встречается при обосновании актуальности КПМС в анализе сфер применения извлекаемых ценных компонентов [20, Николаев А.И., Кривовичев С.В.; 21, Малышевский В.А.]. В качестве возможности реализации КПМС фактор спроса обуславливается развитием областей деятельности, где становятся востребованными ценные компоненты минерального сырья, содержание которых в добываемой руде, как правило, незначительно. При этом их многообразие становится и фактором сдерживания, поскольку спрос на них, как правило, является дифференцированным и небольшим по объёму [22, Крюков В.А., Яценко В.А., Крюков Я.В., с. 82–83].

Рентабельность реализации КПМС обуславливается *фактором цены* на извлекаемые ценные компоненты. Ключевым научным вопросом в публикациях становится определение методологии ценообразования при КПМС, в том числе обоснование цен каждого ценного элемента, составляющего многокомпонентное минеральное сырьё, и разнообразных продуктов его комплексной переработки на разных стадиях производства, включая утилизируемые горнопромышленные отходы [23, Дадыкин В.С.; 24, Ларичкин Ф.Д., Воробьев А.Г., Глущенко Ю.Г.; 7, Чантурия В.А.]. Наличие научного задела методологии ценообразования является положительным аспектом выделенного фактора. Сдерживающий характер ценового фактора выражается в соотношении динамики мировых цен на конечную продукцию минерально-сырьевого комплекса, и используемых традиционных технологий первичной переработки, что обуславливает необходимость регулирования данного вопроса со стороны государства, как меры поддержки по субсидированию затрат и соответствующей экспортной политики [22, Крюков В.А., Яценко В.А., Крюков Я.В., с. 83].

Изучая вопрос КПМС, авторы не оставляют без внимания *энергетический фактор*. Возможность организации КПМС обосновывается достаточной энергообеспеченностью народного хозяйства России. При этом в условиях рыночной экономики для сохранения конкурентоспособности компаний и рентабельности требуется постоянный поиск новых технологических решений, позволяющих повысить энергоэффективность производства ввиду роста цен на энергоносители на рынке. Россия в настоящее время располагает эффективными энергосберегающими технологиями комплексной и глубокой переработки труднообогатимых руд сложного вещественного состава и техногенного минерального сырья, что позволя-

ет получать высококачественную готовую продукцию, конкурентоспособную на мировом рынке [6; 7, с. 568].

Помимо энергии основные расходы производства при переработке минерального сырья связаны с закупкой химических реагентов, используемых для получения концентратов и выделения товарной продукции, ввиду этого *фактор компонентов*, требуемых для организации производства, был следующим выделенным фактором. Положительный окрас данного фактора, определяющий возможность реализации КПМС, связан с достижениями науки в области создания новых эффективных реагентов [25, Петров И.М., с. 29]. При этом отмечается, что применяемые реагенты имеют ряд недостатков, обусловленных их экологической небезопасностью и экономической неэффективностью, поэтому тема поиска и создания новых реагентов является до сих пор актуальной научной задачей. Кроме этого, данный фактор можно отнести к факторам сопротивления ввиду отмечаемого в публикациях дефицита собственных, отечественных продуктов и недостаточности в России технической базы для их производства [26, Рябой В.И.].

Механизм нивелирования всех факторов сопротивления авторами публикаций обозначался необходимостью поддержки со стороны государства. Касательно стимулирования КПМС государством наиболее часто в публикациях поднимается вопрос *налогового регулирования* данной деятельности. Повышение экономической эффективности КПМС исследователями обуславливается необходимостью устранения причин и условий, способствующих неправомерному формированию налоговой базы и определению объектов налогообложения для организаций, осуществляющих КПМС [27, Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н.; 28, Блошенко Т.А., Дамбаева Р.Д.]. Однако пока данное условие в рассмотренных публикациях выступает скорее как фактор сдерживания ввиду его нереализуемости в России. Плоская шкала действующего налога на добычу полезных ископаемых не позволяет проводить дифференциацию его взимания в зависимости от стадий освоения, горно-геологических условий, степени выработанности и местоположения месторождения, что создаёт неравные условия для добывающих организаций. Добыча полезных ископаемых при значительных эксплуатационных затратах становится для недропользователей нецелесообразной (отрицательный показатель экономической эффективности проекта разработки месторождения), а у государства (собственника недр) увеличивается число нерентабельных месторождений [2; 29, Блошенко Т.А., с. 46]

Другими мерами поддержки со стороны государства являются *преференции, связанные с субсидированием затрат, стимулированием спроса на новый продукт, и регулирование цен*. Недостаточность реализации данных механизмов в России, по сравнению с другими странами, например, Китаем в части редкоземельных элементов [30, Wübbeke Jt.; 31, Goodenough K.M., Wall F., Merriman D.; 32, Binnemans K., Jones P.T.] относит данные факторы к факторам сдерживания реализации КПМС.

Развитие КПМС также зависит от уровня взаимодействия хозяйствующих субъектов отрасли. В рассмотренных публикациях данное условие нашло отражение в *факторах конкуренции и наличия необходимых поставщиков (подрядчиков) и партнёров*. Фактор конкуренции рассматривается как сдерживающий относительно импортных поставок, которые полностью удовлетворяют внутренний спрос по ценным компонентам, являющимся популярными при производстве основного продукта на российских производствах и зачастую уступающих по качеству импортным [33, Новиков Н.И., Салихов Н.И., с. 143–147]. Недостаточность хозяйствующих субъектов, готовых выступить в качестве поставщиков, и низкая степень кооперации и взаимодействия компаний как партнёров для создания единой цепочки производства, также имеет негативную оценку в публикациях, где они упоминаются, что относит эти факторы к факторам сопротивления [34, Твердов А.А.; 35, Синьков Л.С.].

Итоговый обзор выделенных факторов представлен в табл. 6.

Таблица 6

Обзор и систематизация статей относительно сюжета и его эмоциональная окраска (возможность / сопротивление)<sup>7</sup>

№	Фактор	Количество упоминаний, ед.	Процент от общего числа рассмотренных публикаций	Оценка сопротивления (% от публикаций по теме)	Оценка возможности (% от публикаций по теме)
1	Запасы полезных ископаемых	10	25,6%	30%	70%
2	Разработанная потенциально возможная технология переработки	10	25,6%	70%	30%
3	Наличие производственных мощностей	8	20,5%	75%	25%
4	Персонал	8	20,5%	75%	25%
5	Регулирование со стороны государства (состояние правового поля)	7	17,9%	71%	29%
6	Административные барьеры	7	17,9%	71%	29%
7	Спрос	7	17,9%	71%	29%
8	Цена на рынке	7	17,9%	71%	29%
9	Энергия	6	15,4%	33%	67%
10	Компоненты для производства (добавочные вещества, реагенты, материалы, комплектующие и т.д.)	6	15,4%	67%	33%
12	Конкуренция	4	10,3%	100%	0%
11	Преференции со стороны государства в части субсидирования затрат	3	7,7%	100%	0%
13	Преференции со стороны государства по налогам	3	7,7%	100%	0%
14	Патенты, лицензии на осуществление деятельности	3	7,7%	100%	0%

<sup>7</sup> Источник: разработано авторами.



№	Фактор	Количество упоминаний, ед.	Процент от общего числа рассмотренных публикаций	Оценка сопричастивления (% от публикаций по теме)	Оценка возможности (% от публикаций по теме)
15	Преференции со стороны государства в части стимулирования спроса на новый продукт	3	7,7%	100%	0%
16	Инвестиции	2	5,1%	100%	0%
17	Разрешение на осуществление вида деятельности	2	5,1%	100%	0%
19	Преференции со стороны государства в части регулирования рынка (цен)	2	5,1%	100%	0%
18	Поставщики/подрядчики	1	2,6%	100%	0%
20	Партнёры (их наличие и готовность к сотрудничеству)	1	2,6%	100%	0%

Для оптимизации работы по дальнейшему анализу и оценке выделенных факторов, а также в виду того, что перечень их не является исчерпывающим, перечисленные факторы были систематизированы по обобщающему их признаку в пять основных групп.

*Первая группа «Ресурсная составляющая»* будет включать в себя такие факторы, как обеспеченность запасами полезных ископаемых, наличие производственных мощностей, численность персонала и его квалификация, инвестиционные возможности, достаточность компонентов для производства (добавочные вещества, реагенты, материалы, комплектующие и т. д.) и энергетическая обеспеченность.

Ко *второй группе факторов «Технологическая составляющая»* отнесены разработанная потенциально возможная технология переработки минерального сырья, а также патенты, лицензии на осуществление деятельности.

*Третья группа «Институциональная среда»* представлена факторами, определяющими легализацию деятельности, а именно наличие разрешений на осуществление вида деятельности, уровень административных барьеров и регулирование государством данной деятельности с точки зрения состояния правового поля.

Факторы рынка включены в *четвёртую группу «Рыночная составляющая»* и включают уровень цен, спроса и конкуренции на рынке, предпринимательскую активность на рынке в виде наличия необходимых поставщиков и подрядчиков, которых необходимо привлекать для организации деятельности по комплексной переработке минерально-сырьевых ресурсов.

И пятая группа факторов обозначена как *«Поддерживающая среда»* и представлена мерами поддержки вида деятельности со стороны государства, а также развитостью партнёрских взаимосвязей, готовностью к сотрудничеству хозяйствующих субъектов для реализации КПМС.

Проведённая классификация факторов может стать основой для формирования листов экспертного опроса, на основе которого планируется проведение дальнейшего исследования оценки готовности и сопротивления хозяйствующих субъектов к переходу на реализацию концепции КПМС.

Проведение исследования экспертного мнения непосредственных акторов данного вида деятельности — хозяйствующих субъектов и экспертов научного сообщества — позволит определить общую тенденцию развития Стратегии на уровне регионов РФ, выявить проблемы и узкие места её реализации, установить основные направления и выработать адресные регуляторы применительно к конкретному региону, что будет являться, в свою очередь, перспективными направлениями для дальнейшего изучения поставленного в настоящей статье вопроса и может стать основой для формирования региональной политики управления, уточняющей Стратегию развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 года, выражающейся в новом плане мероприятий на период с 2024 по 2030 гг.

### **Заключение**

Таким образом, несомненным условием для устойчивого развития экономики России, с учётом её ярко выраженной сырьевой направленности, является необходимость поддержания состояния запасов на уровне, сбалансированном с текущим потреблением. Принятая Стратегия развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 года направлена на достижение данной цели, однако её реализация сегодня требует корректировки ввиду непропорциональности предпринимаемых мер и необходимости усиления их в сторону комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов. Несмотря на длительность изучения настоящей проблемы, комплексное использование минерального сырья и переработка отходов горной промышленности по-прежнему не ведётся на должном уровне, что обусловлено множеством факторов. Выявление и систематизация данных факторов на основе контент-анализа публикаций, посвящённых теме комплексной переработки минерально-сырьевых ресурсов, позволило выявить 20 факторов, которые были систематизированы в 5 групп. Представление их в виде опросных листов для проведения дальнейшего исследования проблемы перехода на реализацию концепции КПМС и применение относительно конкретной региональной хозяйственной системы позволит выявить специфичные для конкретного региона препятствия и факторы сопротивления, затрудняющие такие изменения, и определить направления их нивелирования, что будет являться, в свою очередь, перспективными направлениями дальнейшего изучения поставленного в настоящей статье вопроса, а также может стать основой для разработки региональных программ реализации принятой Стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2035 года.

**Список источников**

1. Калинин В.Т., Григорьев А.В. Комплексная переработка апатито-нефелиновых руд: состояние и перспективы // Комплексная переработка апатито-нефелиновых руд: состояние и перспективы. Апатиты: КНЦ РАН, 1999. С. 5–15.
2. Невская М.А., Федосеев С.В., Блошенко Т.А., Мелик-Гайказов И.В., переин В.Н., Новосельцева В.Д., Гончарова Л.И., Гилярова А.А. Рациональное использование вторичных минеральных ресурсов в условиях экологизации и внедрения наилучших доступных технологий: монография. Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2019. 252 с. DOI: 10.37614/978.5.91137.417.4
3. Эдер Л.В., Конторович А.Э. Необходимость смены парадигмы развития нефтегазового комплекса в России // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. № 1 (3). С. 16–23.
4. Конторович А.Э. Комплексное освоение недр. Индустрия 4.0. Государственно-частное партнёрство бизнеса в сфере комплексного освоения недр. Кемерово: ООО «Сибирская издательская группа», 2018. 138 с.
5. Зайков К.С., Кондратов Н.А., Кудряшова Е.В., Липина С.А., Чистобаев А.И. Сценарии развития арктического региона (2020–2035 гг.) // Арктика и Север. 2019. № 35. С. 5–24. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.35.5
6. Орехова Н.Н., Шадрюнова И.В., Зелинская Е.В., Волкова Н.А. Ресурсы техногенного минерального сырья Урала и Сибири: основные результаты исследований, перспективы их освоения // Материалы международной конференции «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья». Сборник материалов Плаксинские чтения — 2020. Апатиты: КНЦ РАН, 2020. С. 24–28.
7. Чантурия В.А. Научное обоснование и разработка инновационных процессов комплексной переработки минерального сырья // Горный журнал. 2017. № 11. С. 7–13. DOI: 10.17580/gzh.2017.11.01
8. Ларичкин Ф.Д. Эволюция и формирование современной парадигмы (модели) комплексного использования минерального сырья // Вестник Кольского научного центра РАН. 2012. № 4. С. 8–14.
9. Литвиненко В.С., Сергеев И.Б. Инновационное развитие минерально-сырьевого сектора // Проблемы прогнозирования. 2019. № 6 (177). С. 60–72.
10. Ускова Т.В., Лукин Е.В., Мельников А.Е., Леонидова Е.Г. Проблемы развития промышленного сектора экономики старопромышленных регионов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2017. Т. 10. № 4. С. 62–77. DOI: 10.15838/esc.2017.4.52.3
11. Инновационный базис стратегии комплексного освоения ресурсов минерального сырья. Екатеринбург: УрО РАН, 2018. 360 с.
12. Казанин О.И., Дребенштедт К. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 369–375. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.369
13. Верчеба А. Подготовка кадров для горно-геологической отрасли России // Горные науки и технологии. 2021. Т. 6. № 2. С. 144–153. DOI: 10.17073/2500-0632-2021-2-144-153
14. Техногенные месторождения. Разработка и формирование: монография. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. 175 с.
15. Nevskaya M.A., Marinina O.A. Regulatory Aspects of Mining Waste Management in the Russian Federation // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. No. 3 (12). Pp. 2619–2628. DOI: 10.13005/bbra/1942
16. Ponomarenko T.V., Nevskaya M.A., Marinina O.A. Complex use of mineral resources as a factor of the competitiveness of mining companies under the conditions of the global economy // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Vol. 9. Iss. 12. Pp. 1215–1223.
17. Мустафин С.К., Анисимова Г.С., Трифонов А.Н., Стручков К.К. Техногенное минеральное сырье регионов недропользования: природа, состав и перспективы рационального использования // Наука и образование. 2017. № 4 (88). С. 7–16.
18. Литвиненко В.С., Петров Е.И., Василевская Д.В., Яковенко А.В., Наумов И.А., Ратников М.А. Оценка роли государства в управлении минеральными ресурсами // Записки Горного института. 2023. Т. 259. С. 95–111. DOI: 10.31897/PMI.2022.100

19. Карпенко Н.Б. Правовые аспекты учёта и переработки техногенных месторождений // Золотодобыча. 2010. № 140. С. 12–18.
20. Николаев А.И., Кривовичев С.В. Природные минералы и их синтетические аналоги как прототипы функциональных материалов: опыт работы центра наноматериаловедения Кольского научного центра РАН // Вестник Томского государственного университета. Химия. 2017. № 8. С. 7–20. DOI: 10.17223/24135542/8/1
21. Малышевский В.А. Новые сварочные материалы для хладостойких сталей магистральных нефтегазопроводов и других конструкций, работающих в экстремальных условиях, с использованием сырья Кольского полуострова // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Исследования и разработки в области химии и технологии функциональных материалов», г. Апатиты. 28–30 ноября 2010. Апатиты, 2010. С. 69–71.
22. Крюков В.А., Яценко В.А., Крюков Я.В. Редкоземельная промышленность — реализовать имеющиеся возможности // Горная промышленность. 2020. № 5. С. 68–84. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-68-84
23. Дадыкин В.С. Проблемы ценообразования и инвестиционной привлекательности минерально-сырьевой базы в системе геолого-экономического мониторинга Центрального федерального округа // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2017. Т. 9. № 5. С. 81
24. Ларичкин Ф.Д., Воробьев А.Г., Глущенко Ю.Г., Иброхим А., Переин В.Н., Иванов М.А. Теория и практика ценообразования на продукцию комплексной переработки минерального сырья // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2010. Т. 6. № 32 (89). С. 24–30.
25. Петров И.М. Технолого-экономические аспекты переработки руд редкоземельного сырья // Материалы международной конференции «Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья». Сборник материалов Плаксинские чтения — 2020. Апатиты: КНЦ РАН, 2020. С. 29.
26. Рябой В.И. Проблемы использования и разработки новых флотореагентов в России // Цветные металлы. 2011. № 3. С. 7–14.
27. Богаткина Ю.Г., Еремин Н.А., Лындин В.Н. Проблемы налогообложения в нефтегазодобыче // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2018. № 1. С. 7–10.
28. Блошенко Т.А., Дамбаева Р.Д. Глубокая переработка угля в России: экономические проблемы и перспективы развития // Финансовая жизнь. 2021. № 3. С. 12–15.
29. Блошенко Т. А. Методология определения дифференцированных налоговых ставок по налогу на добычу полезных ископаемых для твёрдых полезных компонентов // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2018. № 3 (59). С. 53–60. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.3.2018.59.53-60
30. Wübbecke Jt. Rare earth elements in China: Policies and narratives of reinventing an industry // Resources Policy. 2013. No. 38 (3). Pp. 384–394. DOI: 10.1016/j.resourpol.2013.05.005
31. Goodenough K.M., Wall F., Merriman D. The Rare Earth Elements: Demand, Global Resources, and Challenges for Resourcing Future Generations // Natural Resources Research. 2018. No. 27 (2). Pp. 201–216. DOI: 10.1007/s11053-017-9336-5
32. Binnemans K., Jones P.T. Rare Earths and the Balance Problem // Journal of Sustainable Metallurgy. 2015. No. 1. Pp. 29–38. DOI: 10.1007/s40831-014-0005-1
33. Новиков Н.И., Салихов Н.И. Основные направления и перспективы развития минерально-сырьевой базы цветных и редких металлов в мире и России // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2015. № 2 (30). С. 138–150. DOI: 10.17223/19988648/30/13
34. Твердов А.А., Никишичев С.Б., Захаров В.Н. Проблемы и перспективы импортозамещения в горной отрасли // Горная промышленность. 2015. № 5. С. 54–58.
35. Синьков Л.С., Лебедева О.Ю. Текущее состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы добывающей промышленности России // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 58. С. 66–77.

## References

1. Kalinnikov V.T., Grigoryev A.V. Kompleksnaya pererabotka apatito-nefelinovykh rud: sostoyanie i perspektivy [Integrated Processing of Apatite-Nepheline Ores: Status and Prospects]. *Kompleksnaya*

- pererabotka apatito-nefelinovykh rud: sostoyanie i perspektivy* [Integrated Processing of Apatite-Nepheline Ores: Status and Prospects]. Apatity, KNC RAS, 1999, pp. 5–15.
2. Nevskaya M.A., Fedoseev S.V., Bloshenko T.A., Melik-Gaykazov I.V., perein V.N., Novosel'tseva V.D., Goncharova L.I., Gilyarova A.A. *Ratsional'noe ispol'zovanie vtorichnykh mineral'nykh resursov v usloviyakh ekologizatsii i vnedreniya nailuchshikh dostupnykh tekhnologiy: monografiya* [Rational Use of Secondary Mineral Resources under Conditions of Ecologisation and Implementation of the Best Available Technologies]. Apatity, FIC KSC RAS Publ., 2019, 252 p. DOI: 10.37614/978.5.91137.417.4 (In Russ.)
  3. Eder L.V., Kontorovich A.E. Neobkhodimost' smeny paradigmy razvitiya neftegazovogo kompleksa v Rossii [Paradigm Oil and Gas Complex of Russia at the Present Stage]. *Interekspos Geo-Sibir'* [Interexpo GEO-Siberia], 2017, no. 1 (3), pp. 16–23.
  4. Kontorovich A.E. *Kompleksnoe osvoenie nedr. Industriya 4.0. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo biznesa v sfere kompleksnogo osvoeniya nedr* [Complex Development of Mineral Resources. Industry 4.0. Public-Private Partnership of Business in the Field of Integrated Development of Mineral Resources]. Sibirskaya izdatel'skaya gruppa Publ., 2018, 138 p.
  5. Zaikov K.S., Kondratov N.A., Kudryashova E.V., Lipina S.A., Chistobaev A.I. Scenarios for the Development of the Arctic Region (2020–2035). *Arktika i Sever* [Arctic and North], 2019, no. 35, pp. 5–24. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2019.35.5
  6. Orekhova N.N., Shadrinova I.V., Zelinskaya E.V., Volkova N.A. Resursy tekhnogennogo mineral'nogo syr'ya Urala i Sibiri: osnovnye rezul'taty issledovaniy, perspektivy ikh osvoeniya [Anthropogenic Mineral Resources in Urals and Siberia: Main Research Results and Prospects for Their Development]. In: *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnye protsessy kompleksnoy pererabotki prirodnogo i tekhnogennogo mineral'nogo syr'ya»*. Sbornik materialov Plaksinskiy chteniya — 2020 [Proc. Intern. Conf. "Innovative Processes of Complex Processing of Natural and Technogenic Mineral Raw Materials". Collection of Materials Plaksin Readings — 2020]. Apatity, KNC RAS Publ., 2020, pp. 24–28. (In Russ.)
  7. Chanturiya V.A. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka innovatsionnykh protsessov kompleksnoy pererabotki mineral'nogo syr'ya [Scientific Substantiation and Development of Innovative Approaches to Integrated Mineral Processing]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal], 2017, no. 11, pp. 7–13. DOI: 10.17580/gzh.2017.11.01
  8. Larichkin F.D. Evolyutsiya i formirovaniye sovremennoy paradigmy (modeli) kompleksnogo ispol'zovaniya mineral'nogo syr'ya [Evolution and Background of the Modern Paradigm (Model) of Rational Subsoil Use]. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN* [Herald of the Kola Science Centre of RAS], 2012, no. 4, pp. 8–14.
  9. Litvinenko V.S., Sergeev I.B. Innovatsionnoye razvitiye mineral'no-syr'evogo sektora [Innovations as a Factor in the Development of the Natural Resources Sector]. *Problemy prognozirovaniya* [Studies on Russian Economic Development], 2019, no. 6 (177), pp. 60–72.
  10. Uskova T.V., Lukin E.V., Melnikov A.E., Leonidova E.G. Problemy razvitiya promyshlennogo sektora ekonomiki staropromyshlennykh regionov Rossii [Industrial Development Issues in the Economy of the Old Industrial Regions of Russia]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast], 2017, vol. 10, no. 4, pp. 62–77. DOI: 10.15838/esc.2017.4.52.3
  11. *Innovatsionnyy bazis strategii kompleksnogo osvoeniya resursov mineral'nogo syr'ya: monografiya* [The Innovative Basis of the Strategy of Integrated Development of Mineral Resources]. Ekaterinburg, KSC UB RAS Publ., 2018, 360 p. (In Russ.)
  12. Kazanin O.I., Drebenshtedt K. Gornoe obrazovanie v XXI veke: global'nye vyzovy i perspektivy [Mining Education in the 21st Century: Global Challenges and Prospects]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2017, vol. 225, pp. 369–375. DOI: 10.18454/PMI.2017.3.369
  13. Vercheba A.A. Podgotovka kadrov dlya gorno-geologicheskoy otrasli Rossii [Personnel Training for the Mining and Geological Sector of Russia]. *Gornye nauki i tekhnologii* [Mining Science and Technology (Russia)], 2021, vol. 6, no. 2, pp. 144–153. DOI: 10.17073/2500-0632-2021-2-144-153
  14. *Tekhnogennyye mestorozhdeniya. Razrabotka i formirovaniye: monografiya* [Technogenic Deposits. Development and Formation]. Apatity, KNC RAS Publ., 2017, 175 p.



15. Nevskaya M.A., Marinina O.A. Regulatory Aspects of Mining Waste Management in the Russian Federation. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 2015, no. 3 (12), pp. 2619–2628. DOI: 10.13005/bbra/1942
16. Ponomarenko T.V., Nevskaya M.A., Marinina O.A. Complex Use of Mineral Resources as a Factor of the Competitiveness of Mining Companies under the Conditions of the Global Economy. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018, vol. 9, iss. 12, pp. 1215–1223.
17. Mustafin S.K., Anisimova G.S., Trifonov A.N., Struchkov K.K. Tekhnogennoe mineral'noe syr'e regionov nedropol'zovaniya: priroda, sostav i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya [Technogenic Mineral Raw Materials of the Subsoil Use Regions: Nature, Composition and Prospects of Rational Development]. *Nauka i obrazovanie* [Science and Education], 2017, no. 4 (88), pp. 7–16.
18. Litvinenko V.S., Petrov E.I., Vasilevskaya D.V., Yakovenko A.V., Naumov I.A., Ratnikov M.A. Otsenka roli gosudarstva v upravlenii mineral'nymi resursami [Assessment of the Role of the State in the Management of Mineral Resources]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2023, vol. 259, pp. 95–111. DOI: 10.31897/PMI.2022.100
19. Karpenko N.B. Pravovye aspekty ucheta i pererabotki tekhnogennykh mestorozhdeniy [Legal Aspects of Accounting and Processing of Technogenic Deposits]. *Zolotodobycha*, 2010, no. 140, pp. 12–18.
20. Nikolaev A.I., Krivovichev S.V. Prirodnye mineraly i ikh sinteticheskie analogi kak prototipy funktsional'nykh materialov [Natural Materials and Their Synthetic Analogs: The Experience of the Kola Nanomaterials Research Centre]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Khimiya* [Bulletin of Tomsk State University. Chemistry], 2017, no. 8, pp. 7–20. DOI: 10.17223/24135542/8/1
21. Malyshevskiy V.A. Novye svarochnye materialy dlya khladostoykikh staley magistral'nykh neftegazoprovodov i drugikh konstruksiy, rabotayushchikh v ekstremal'nykh usloviyakh, s ispol'zovaniem syr'ya Kol'skogo poluostrova [New Welding Materials for Cold-Resistant Steels of Main Oil and Gas Pipelines and Other Structures Operating in Extreme Conditions, Using Raw Materials from the Kola Peninsula]. In: *Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Issledovaniya i razrabotki v oblasti khimii i tekhnologii funktsional'nykh materialov»* [Proc. All-Russ. Conf. with Intern. Participation "Research and Development in the Field of Chemistry and Technology of Functional Materials"]. Apatity, 2010, pp. 69–71. (In Russ.)
22. Kryukov V.A., Yatsenko V.A., Kryukov Ya.V. Redkozemel'naya promyshlennost' — realizovat' imeyushchiesya vozmozhnosti [Rare Earth Industry - How to Take Advantage of Opportunities]. *Gornaya promyshlennost'* [Mining Industry Journal], 2020, no. 5, pp. 68–84. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-5-68-84
23. Dadykin V.S. Problemy tsenoobrazovaniya i investitsionnoy privlekatel'nosti mineral'no-syr'evoy bazy v sisteme geologo-ekonomicheskogo monitoringa Tsentral'nogo federal'nogo okruga [Problems of Pricing and Investment Attractiveness of the Mineral and Raw Materials Base in the System of Geological and Economic Monitoring of the Central Federal District]. *Naukovedenie* [The Eurasian Scientific Journal], 2017, vol. 9, no. 5, p. 81.
24. Larichkin F.D., Vorob'ev A.G., Glushchenko Yu.G., Ibrokhim A., Perein V.N., Ivanov M.A. Teoriya i praktika tsenoobrazovaniya na produktsiyu kompleksnoy pererabotki mineral'nogo syr'ya [The Theory and Pricing Practice on Production of Complex Processing of Mineral Raw Materials]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost'* [National Interests: Priorities and Security], 2010, vol. 6, no. 32 (89), pp. 24–30.
25. Petrov I.M. Tekhnologo-ekonomicheskie aspekty pererabotki rud redkozemel'nogo syr'ya [Technological and Economic Aspects of Rare-Earth Ore Processing]. In: *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Innovatsionnye protsessy kompleksnoy pererabotki prirodnogo i tekhnogen'nogo mineral'nogo syr'ya»*. *Sbornik materialov Plakinskie chteniya — 2020* [Proc. Intern. Conf. "Innovative Processes of Complex Processing of Natural and Technogenic Mineral Raw Materials". Collection of Materials of Plaksin Readings — 2020]. Apatity, KNC RAS Publ., 2020, p. 29. (In Russ.)
26. Ryaboy V.I. Problemy ispol'zovaniya i razrabotki novykh flotoreagentov v Rossii [The Problems of Usage and Development of New Flotation Reagents in Russia]. *Tsvetnye metally* [Non-Ferrous Metals Journal], 2011, no. 3, pp. 7–14.



27. Bogatkina Yu.G., Eremin N.A., Lyndin V.N. Problemy nalogooblozheniya v neftegazodobyche [Problems of Taxation in Oil and Gas Production]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom* [Problems of Economics and Management of Oil and Gas Complex], 2018, no. 1, pp. 7–10.
28. Bloshenko T.A., Dambaeva R.D. Glubokaya pererabotka uglja v Rossii: ekonomicheskie problemy i perspektivy razvitiya [Deep Coal Processing in Russia: Economic Problems and Development Prospects]. *Finansovaya zhizn'* [Financial Life], 2021, no. 3, pp. 12–15.
29. Bloshenko T.A. Metodologiya opredeleniya differentsirovannykh nalogovykh stavok po nalogu na dobychu poleznykh iskopaemykh dlya tverdykh poleznykh komponentov [Methodology of Determining Differentiated Met Rates for Solid Minerals]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka*, 2018, no. 3 (59), pp. 53–60. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.3.2018.59.53-60
30. Wübbeke Jt. Rare Earth Elements in China: Policies and Narratives of Reinventing an Industry. *Resources Policy*, 2013, no. 38 (3), pp. 384–394. DOI: 10.1016/j.resourpol.2013.05.005
31. Goodenough K.M., Wall F., Merriman D. The Rare Earth Elements: Demand, Global Resources, and Challenges for Resourcing Future Generations. *Natural Resources Research*, 2018, no. 27 (2), pp. 201–216. DOI: 10.1007/s11053-017-9336-5
32. Binnemans K., Jones P.T. Rare Earths and the Balance Problem. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2015, no. 1, pp. 29–38. DOI: 10.1007/s40831-014-0005-1
33. Novikov N.I., Salikhov N.I. Osnovnye napravleniya i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy tsvetnykh i redkikh metallov v mire i Rossii [The Main Directions and Prospects for the Development of the Mineral Raw Material Base of Non-Ferrous and Rare Metals in the World and in Russia]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika* [Tomsk State University Journal of Economics], 2015, no. 2 (30), pp. 138–150. DOI: 10.17223/19988648/30/13
34. Tverdov A.A., Nikishichev S.B., Zakharov V.N. Problemy i perspektivy importozameshcheniya v gornoy otrasli [Problems and Prospects of Import Substitution in the Mining Sector]. *Gornaya promyshlennost'* [Mining Industry Journal], 2015, no. 5, pp. 54–58.
35. Sin'kov L.S., Lebedeva O.Yu. Tekushchee sostoyanie i perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoy bazy dobyvayushchey promyshlennosti Rossii [Current Condition and Perspective Development of Mineral Resources Base of Mining Industry of Russia]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' (nauchno-tekhnicheskiy zhurnal)* [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)], 2015, no. S8, pp. 66–77.

*Статья поступила в редакцию 26.03.2023; одобрена после рецензирования 29.03.2023;  
принята к публикации 30.03.2023*

*Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов*