

Научная статья
УДК 621.315.613.1:549.623.5
doi:10.37614/2220-802X.3.2025.89.004

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЛЮДЯНОЙ ОТРАСЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: АРКТИЧЕСКИЙ ФОКУС

Алексей Евгеньевич Череповицын¹, Кристина Андреевна Стрельченко²

^{1,2}Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, Санкт-Петербург, Россия

¹Cherepovitsyn_AE@pers.spmi.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X

²strelcenkok@gmail.com, ORCID 0009-0007-1838-3002

Аннотация. Исследование посвящено обзору российского рынка слюды и оценке потенциала его восстановления в условиях необходимости обеспечения сырьевого суверенитета страны. Актуальность темы определяется зависимостью ряда отраслей национальной экономики от импорта слюдяного сырья при наличии значительных собственных запасов. Основная идея заключается в обосновании путей преодоления текущих проблем слюдяной отрасли и раскрытии возможностей её стратегического развития на базе ресурсного потенциала арктических территорий страны. Цель работы состоит в комплексной оценке современного состояния слюдяной промышленности России, выявлении основных барьеров и перспективных направлений её возрождения, а также в доказательстве значимости Арктической зоны Российской Федерации как перспективной сырьевой базы слюды. В ходе исследования использовались методы анализа и обобщения статистических данных, SWOT-анализ и анализ пяти сил Портера, позволившие провести объективную оценку конкурентной среды и внутренних ресурсов отрасли. Новизна заключается в систематизации факторов, ограничивающих рост отечественной слюдяной промышленности, и в определении конкретных мер для её модернизации, таких как внедрение современных технологий переработки слюды, использование вторичных техногенных ресурсов, освоение новых видов продукции с высокой добавленной стоимостью. Выявлено, что, несмотря на значительные запасы мусковита, флогопита, лепидолита и вермикулита, Россия сохраняет высокую степень импортозависимости по причине технологического отставания отрасли и инфраструктурных ограничений. Основным выводом подтверждает стратегический потенциал северных регионов страны, месторождения которых могут обеспечить существенное импортозамещение и активизацию высокотехнологичных секторов экономики. Полученные результаты могут стать базой для разработки государственной политики и программ стимулирования инвестиционной активности в слюдяной промышленности.

Ключевые слова: слюдяная промышленность, рынок слюды, сырьевой суверенитет, стратегический анализ, Арктический регион, импортозамещение

Для цитирования: Череповицын А. Е., Стрельченко К. А. Перспективы восстановления и стратегического развития слюдяной отрасли Российской Федерации: арктический фокус // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2025. № 3. С. 53–68. doi:10.37614/2220-802X.3.2025.89.004.

Original article

PROSPECTS FOR THE REVITALIZATION AND STRATEGIC DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN MICA INDUSTRY: A FOCUS ON THE ARCTIC

Aleksei E. Cherepovitsyn¹, Kristina A. Strelchenko²

^{1,2}Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia

¹Cherepovitsyn_AE@pers.spmi.ru, ORCID 0000-0003-0472-026X

²strelcenkok@gmail.com, ORCID 0009-0007-1838-3002

Abstract. This study examines the Russian mica market and assesses its potential for revitalization, a critical step toward ensuring the nation's resource sovereignty. The research is motivated by the fact that several sectors of the national economy remain dependent on imported raw materials despite the country's possessing major mica reserves. The goal of the study is to formulate a strategy for overcoming the industry's challenges and to articulate a pathway for its strategic development by leveraging the resource potential of the Russian Arctic. To this end, this work provides a comprehensive analysis of the Russian mica industry's current status, identifies its primary barriers to growth, and outlines promising directions for its revitalization. A central argument is the strategic importance of the Russian Arctic as a future resource base. The methodology incorporates analysis and generalization of statistical data, SWOT analysis, and Porter's five forces analysis to deliver an objective assessment of the industry's competitive environment and internal resources. The study's novelty lies in its systematic classification of the factors constraining the domestic mica industry and its proposal of specific

modernization measures. These include adopting advanced processing technologies, utilizing secondary anthropogenic resources, and developing new high-value-added products. The findings confirm that, despite substantial reserves of muscovite, phlogopite, lepidolite, and vermiculite, Russia's import dependence persists due to technological backwardness and infrastructural deficits. The principal conclusion affirms the strategic potential of the country's northern regions, whose deposits could form the basis for import substitution and stimulate high-tech economic sectors. These results provide a foundation for crafting national policy and investment stimulation programs aimed at revitalizing the mica industry.

Keywords: mica industry, mica market, resource sovereignty, strategic analysis, Arctic, import substitution

For citation: Cherepovitsyn A. E., Strelchenko K. A. Prospects for the revitalization and strategic development of the Russian mica industry: A focus on the Arctic. *Sever i rynok: formirovanie ekonomicheskogo poriadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2025, no. 3, pp. 53–68. doi:10.37614/2220-802X.3.2025.89.004.

Введение

Слюда представляет собой группу минералов, включающую мусковит, флогопит, лепидолит и другие разновидности, и потенциально является стратегически значимым сырьевым ресурсом для экономики России. Её уникальные физико-химические характеристики и широкий спектр промышленного применения обуславливают значимость этого минерала для обеспечения сырьевого суверенитета страны и развития высокотехнологичных отраслей, таких как электроника, энергетика, химическое производство, оборонно-промышленный комплекс и аэрокосмическая индустрия. Высококачественная листовая слюда традиционно востребована в электротехнической и электронной промышленности, потребляющей до 80 % от общего объёма слюды, используемой в промышленности для изготовления электроизоляционных компонентов и термостойких деталей [1, 2]. Помимо этого, слюдяные порошки и композиционные материалы применяются в теплоэнергетике, строительстве, лакокрасочной и резинотехнической отраслях в качестве наполнителей и теплоизоляционных добавок [2]. Стабильное обеспечение отечественных высокотехнологичных производств слюдяным сырьём напрямую влияет на обороноспособность и технологическую независимость России. В частности, мусковит упоминается среди важных для промышленности полезных ископаемых в Стратегии развития минерально-сырьевой базы РФ до 2050 года¹, что подчёркивает государственное значение данного минерала.

Уникальные свойства и устойчивость слюды определяют её высокую промышленную ценность. Мусковит и флогопит способны расщепляться на тонкие эластичные пластины, обладающие высокой диэлектрической прочностью, низким коэффициентом диэлектрических потерь, высокой механической прочностью и малой гигроскопичностью [2, 3]. Кроме того, слюда обладает высокой термической стабильностью, сохраняя структуру и функциональные

свойства при температуре нагрева до 500–1000 °С, она химически инертна, что обеспечивает долговечность изделий из неё даже в агрессивных средах [4]. Её радиационная стойкость также является значимым преимуществом. Материал сохраняет свои свойства под воздействием ионизирующего излучения, что делает его перспективным для применения в системах радиационной защиты и безопасного захоронения радиоактивных отходов [5]. Ядерная энергетика играет важную роль для обеспечения энергетической безопасности России, при этом обращение с радиоактивными отходами остаётся как социальной, так и технической проблемой, подчёркивая актуальность разработки и применения радиационно стойких материалов [6]. Благодаря уникальному сочетанию термостойкости, электроизоляционных характеристик, механической прочности и устойчивости к внешним воздействиям слюда незаменима в ряде критически важных применений. Например, флогопитовая слюда используется в качестве высоковольтного электроизоляционного материала в энергетическом машиностроении, авиастроении, атомной энергетике и других сегментах промышленности, требующих надёжной работы узлов в экстремальных условиях².

Арктическая зона Российской Федерации представляет собой ключевой регион стратегического развития, обладающий значительным минерально-сырьевым потенциалом и уникальными природно-климатическими условиями, которые определяют специфику её хозяйственного освоения и государственно-регионального управления [7]. В условиях глобальных тенденций устойчивого развития и возросших требований к социальной и экологической ответственности бизнеса особое значение приобретает государственное регулирование арктических территорий, направленное на рациональное и эффективное использование их природно-ресурсного потенциала и обеспечение национальной безопасности Российской Федерации [8, 9].

¹ См.: Об утверждении Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2050 года: распоряжение Правительства РФ от 11.07.2024 № 1838-р // СПС Консультант Плюс. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_481663/ (дата обращения: 26.02.2025).

² Резидент Арктической зоны обеспечивает российский рынок слюдой флогопит // Arctic Russia. 2022. 13 апреля. URL: <https://arctic-russia.ru/news/rezident-arkticheskoy-zony-obspechivaet-rossiyskiy-rynok-slyudoy-flogopit/> (дата обращения: 27.02.2025).

Мурманская область и северные районы Республики Карелии обладают богатой минерально-сырьевой базой слюдяного сырья. Исторически именно здесь располагались крупнейшие месторождения мусковита («московского стекла»), экспортировавшегося в XVI–XVII веках через Архангельск в Европу и Америку. На Кольском полуострове расположено Ковдорское месторождение флогопита — крупнейшее в мире по запасам и качеству слюды. Другой перспективный источник высококачественного маложеlezистого мусковита — крупное месторождение Межозёрное в Северной Карелии, обладающее значительными промышленными запасами [10].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью обеспечения импортозамещения и преодоления нестабильности внешних поставок стратегического сырья. После распада СССР отечественная слюдяная отрасль пережила кризис, и к середине 1990-х гг. добыча листового мусковита в Карело-Кольском регионе практически прекратилась ввиду резкого падения спроса и неконкурентоспособности продукции старого образца [10]. В результате Россия в значительной мере утратила собственную сырьевую базу слюды и перешла на импортное обеспечение потребностей промышленности. Подобная импортозависимость создаёт критические риски для высокотехнологичных секторов в условиях геополитической нестабильности и санкционных ограничений. В государственных стратегических документах подчёркивается важность освоения минеральных ресурсов Арктики для укрепления национальной безопасности и достижения технологического суверенитета³. В этих условиях изучение потенциала и возможностей возрождения слюдяной отрасли на базе арктических регионов приобретает особую практическую значимость. Развитие собственного производства слюды соответствует курсу на технологический суверенитет России и позволяет обеспечить критически важным сырьём отечественные отрасли промышленности.

Материалы и методы

В исследовании использованы статистические данные международных и российских организаций (USGS, ОЕС, Роснедра, Минприроды РФ), аналитические материалы и научные публикации российских и зарубежных авторов, посвящённые

вопросам добычи, переработки и применения слюды. В работе применялись методы сравнительного анализа, SWOT-анализ для оценки сильных и слабых сторон отрасли, а также системный подход для комплексного рассмотрения проблем и перспектив развития российского рынка слюды. SWOT-анализ был направлен на выявление сильных и слабых сторон российской слюдяной отрасли, а также на оценку внешних возможностей и угроз, способных повлиять на её развитие. Данный подход позволил систематизировать внутренние ресурсы и ограничения отрасли и определить перспективные направления её роста. Анализ пяти сил Портера был использован для оценки конкурентной среды и факторов, влияющих на привлекательность рынка слюды, включая угрозу появления новых конкурентов, влияние поставщиков и покупателей, риск замещения слюдяной продукции альтернативными материалами, а также интенсивность конкуренции в отрасли. Совместное применение этих методов обеспечило комплексное понимание текущего состояния слюдяного рынка и позволило разработать обоснованные стратегические рекомендации для его развития.

Результаты и обсуждение

Мировое производство и экспорт слюды

В мировой экономике основными направлениями потребления слюды являются электроника [11], лакокрасочная промышленность, строительство и косметика [12], остальные отрасли имеют меньшие доли⁴. В России структура потребления слюды аналогична мировым трендам, однако общий внутренний спрос ограничен сокращением высокотехнологичных производств в 1990-х гг. Общемировой объём добычи слюды в 2024 г., согласно прогнозу Геологической службы США, составит около 380 тыс. т. Для сравнения: в 2021 г. производство слюды в мире оценивалось в 384 тыс. т, а в 2022 г. оно снизилось до 318 тыс. т⁵. Стоимость 1 т слюды варьируется по типам⁶: слюдяной скрап и чешуйки — около 100 долл. США, сухая молотая слюда — 250–300 долл., влажная молотая — 300–450 долл.

Крупнейшими производителями слюды на 2024 г. выступали Мадагаскар (85 тыс. т) и Китай (80 тыс. т). Значительные объёмы добычи демонстрируют также

³ См.: О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/view/0001202010260033> (дата обращения: 28.02.2025).

⁴ Schipper I., Cowan R. Global mica mining and the impact on children's rights. 2018. 84 p. URL: https://www.somo.nl/wp-content/uploads/2018/03/NL180313_GLOBAL-MICA-MINING-.pdf (accessed 28.02.2025).

⁵ Mica Statistics and Information // USGS. 2023. URL: <https://www.usgs.gov/centers/national-minerals-information-center/mica-statistics-and-information> (accessed 28.02.2025).

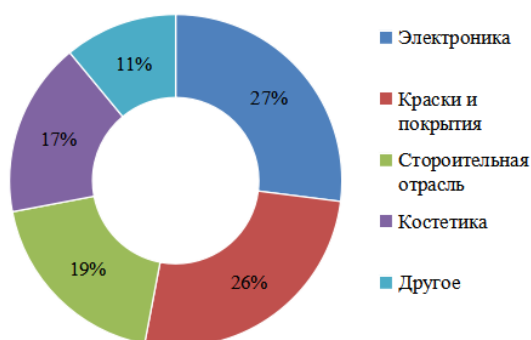
⁶ Mineral commodity summaries 2025. U.S. Geological Survey. 2025. 216 p. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025.pdf> (accessed 28.02.2025).

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

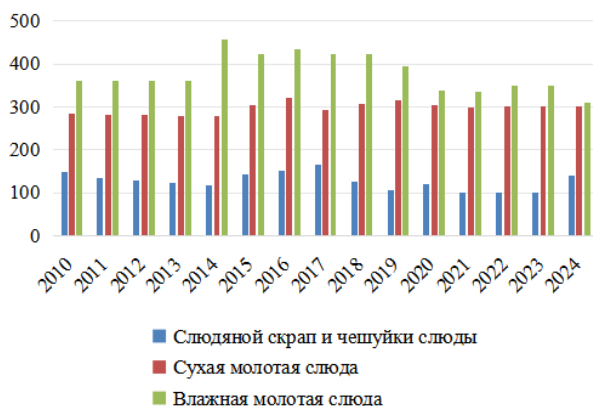
Финляндия (50 тыс. т) и США (23 тыс. т) (рис.). В области международной торговли слюдой традиционно доминируют Китай и Индия: на 2018 г. суммарный объём экспорта этих стран составил порядка 325 тыс. т, что практически соответствует мировому производству⁷. Значимым экспортёром высококачественного флогопита является также Мадагаскар. Повышенный интерес к добыче слюды обусловлен также активной политикой стимулирования «электромобильности» в странах

Европы и Азиатско-Тихоокеанского региона, в связи с чем особое значение приобретает лепидолитовая слюда, являющаяся важным сырьём для извлечения лития, востребованного при производстве литий-ионных аккумуляторов [13, 14]. В стоимостном выражении наибольший объём экспорта отмечается⁸ у Китая и Индии (около 48 млн долл. каждый в 2023 г.), далее следуют Мадагаскар (17,7 млн долл.), Канада (9,35 млн долл.) и США (8,69 млн долл.).

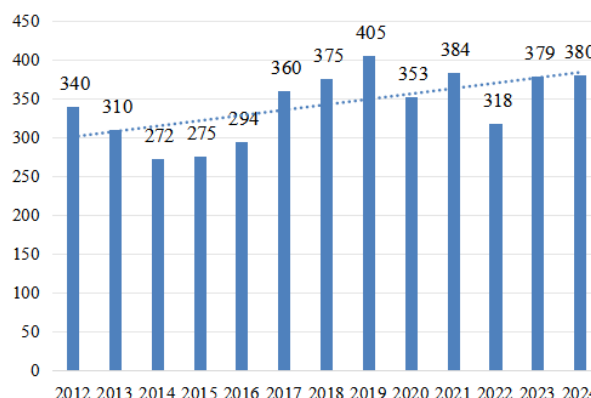
Доля рынка слюды в мире в 2024 г., по конечным потребителям



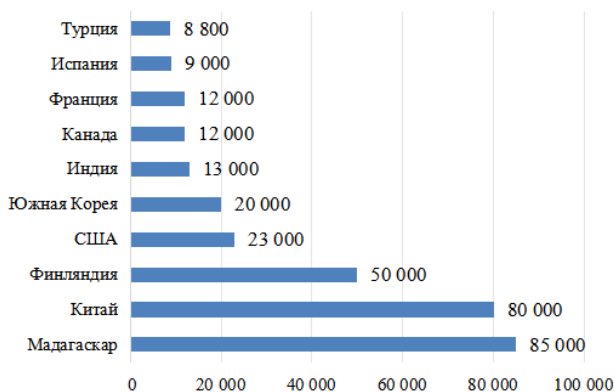
Цена 1 т слюды в США с 2010 по 2024 гг. по видам, долл. США



Производство слюды в мире с 2012 по 2024 гг. (на 1 тыс. т)



Страны-лидеры по производству слюды в мире в 2024 г., т



Тенденции мирового рынка слюды по структуре потребления, динамике производства, уровню цен и ведущим странам-производителям. Составлено авторами на основе: Mineral commodity summaries 2025. U.S. Geological Survey. 2025. 216 p. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025.pdf>; Schipper I., Cowan R. Global mica mining and the impact on children's rights. 2018. 84 p. URL: https://www.somo.nl/wp-content/uploads/2018/03/NL180313_GLOBAL-MICA-MINING-.pdf

Запасы слюды в России

Россия обладает одними из самых крупных в мире запасов слюды. Основные месторождения сконцентрированы в нескольких слюдоносных провинциях. К месторождениям листового мусковита

относятся Мамско-Чуйский и Гутаро-Бирюсинский районы в Прибайкалье (Иркутская обл.) и ряд пегматитовых полей в Северной Карелии. Значительные залежи флогопитовой слюды распространены в Забайкалье, Якутии (Алданский район), на Таймыре и

⁷ Responsible Mica Initiative Annual Report // RMI. 2019. URL: https://responsible-mica-initiative.com/wp-content/uploads/2020/02/RMI_Annual-Report-2019_WEB.pdf (accessed 28.02.2025).

⁸ Mica // OEC. URL: <https://oec.world/en/profile/hs/mica#:~:text=Mica%20,69M> (accessed 28.02.2025).

Кольском полуострове. Лепидолитовая (литиевая) слюда в значительных количествах присутствует в пегматитах Колмозерского месторождения (Мурманская обл.) [15].

Несмотря на крупные запасы, объёмы добычи слюды в современной России невелики. В советский период страна была одним из лидеров по добыче и переработке слюдяного сырья, однако к началу 2000-х гг. многие рудники были закрыты или законсервированы. В настоящее время промышленная добыча мусковита продолжается в небольших масштабах на отдельных месторождениях в Иркутской области, вся текущая добыча сосредоточена в Слюдянском районе Прибайкалья.

Запасы слюды в Арктической зоне Российской Федерации представляют особый научный и промышленный интерес. Северные территории России богаты пегматитовыми месторождениями, содержащими редкие разновидности слюд. Например, Кольский полуостров известен крупнейшим Колмозерским литиевым месторождением с значительными запасами лепидолита, а также месторождениями флогопита (Ковдор и др.). Специфические природно-климатические условия Арктики предъявляют особые требования к разработке месторождений, но одновременно создают перспективы, связанные с их стратегической значимостью для экономики страны.

Стратегический и промышленный потенциал слюд в Арктической зоне России.

Республика Карелия

В северной Карелии (по побережью Белого моря) находится значительная часть Беломорской слюдоносной провинции — второй по потенциалу базы мусковита в России (после Мамско-Чуйской провинции в Восточной Сибири) [16]. Государственным балансом учтено 24 месторождения листового мусковита на территории Республики Карелия, расположенных в двух районах — Чупино-Лоухском и Кемско-Беломорском. Наибольшие запасы (более 80 %) сосредоточены в Чупино-Лоухском районе, который занимает третье место в России по величине запасов мусковита и включает три крупных месторождения — Тэдино, Малиновая Варакка и Плотина. Балансовые запасы листового мусковита Карелии ⁹ категорий A+B+C₁

составляют 33,7 тыс. т, категории C₂ — 52,7 тыс. т; мелкозернистого мусковита — 289 т категорий A+B+C₁ и 158 тыс. т категории C₂. Однако с 2000 г. шахты указанных месторождений законсервированы, а их запасы находятся в нераспределённом фонде недр и в настоящее время не осваиваются (табл. 1).

Таким образом, в Республике Карелия слюдяное сырьё приурочено преимущественно к мусковитовым пегматитам и техногенным накоплениям (отвалам прежних горнодобывающих работ). Согласно данным табл. 1, наиболее крупные объёмы листового и мелкозернистого мусковита сосредоточены на месторождениях Малиновая Варакка, Плотина и Тэдино, где сформированы значительные отвалы добычных и обогатительных отходов с высоким содержанием мелкочешуйчатой слюды. Одновременно существуют и другие объекты (например, Хето-Ламбино, Чкаловское, Блинковые Варакки), обладающие сравнительно незначительными запасами, а также Слюдяной Бор, который, несмотря на более скромные показатели качества и запасов, рассматривается как перспективный резерв для дальнейшего освоения.

Мурманская область

Южная часть Мурманской области (Кольский полуостров) охватывает другую часть Беломорской слюдоносной провинции, богатой как мусковитом, так и флогопитом. По геологическим ресурсам регион входит в число крупнейших мировых провинций листового мусковита и является крупнейшим в мире районом по запасам флогопита. Государственным балансом в нераспределённом фонде недр Мурманской области учтено 20 месторождений листового мусковита, сосредоточенных преимущественно в Ёнском мусковитоносном районе (87,2 % разведанных запасов). Основные запасы (более 85 %) размещены на трёх крупнейших месторождениях: Риколатвинском, Ёнском и Неблогорском. Балансовые запасы листового мусковита Мурманской области категорий A+B+C₁ составляют 36,3 тыс. т, категории C₂ — 52,4 тыс. т, забалансовые — 17,7 тыс. т¹⁰. В Мурманской области также расположено крупнейшее в России вермикулит-флогопитовое месторождение — Ковдорское, содержащее 80,3 % российских запасов вермикулита (табл. 2).

⁹ Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Республики Карелия на 15.06.2020 г. // Роснедра: [официальный сайт]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/0e7998422223426ddb78bf7614ebf6.pdf> (дата обращения: 25.02.2025).

¹⁰ Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Мурманской области на 15.06.2020 г. // Роснедра: [официальный сайт]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/07dba72cf451019866b91773d9ee6139.pdf> (дата обращения: 04.04.2025).

Таблица 1

Ключевые месторождения слюды в Северной Карелии

Вид слюды	Запасы	Текущий статус
Малиновая Варакка		
Листовой мусковит электротехнического качества с характерным малиновым оттенком, в отвалах также присутствует мелкокоразмерный мусковит	Разведанные балансовые запасы листового мусковита составляют около 7,6 тыс. т (категории A+B+C ₁). Забалансовые запасы листового мусковита по категории C ₂ оцениваются в 14,5 тыс. т, мелкокоразмерного — 46 тыс. т. Техногенные запасы мелкокоразмерного мусковита составляют около 6,5 тыс. т балансовых запасов	Добыча мусковита велась с 1936 по 1999 гг., после чего рудник закрыт. Подземные шахты законсервированы, месторождение не эксплуатируется и находится в нераспределённом государственном фонде недр. В настоящее время рассматриваются перспективы вторичного освоения: по оценкам, повторная добыча слюды из отвалов может быть экономически целесообразной. В 1980-е гг. рудник входил в состав ГОКа «Карелслюда», в настоящее время конкретного владельца нет. Планируемый год лицензирования по программе лицензирования участков недр твёрдых полезных ископаемых в АЗРФ — 2030-й
Плотина		
Листовой мусковит электротехнического качества. Мелкая слюдистая фракция (мелкокоразмерный мусковит) присутствует в отвальных породах как попутный продукт	Разведанные балансовые запасы листового мусковита составляют около 5,4 тыс. т (категории A+B+C ₁). Забалансовые запасы листового мусковита по категории C ₂ оцениваются в 18,3 тыс. т, мелкокоразмерного мусковита — 36 тыс. т	Добыча слюды прекращена к середине 1990-х гг. (официально — в 1993 г.), шахты законсервированы. С 2000 г. месторождение не разрабатывается и отнесено к нераспределённому Государственному фонду недр. В районе месторождения сохранились отвалы с потенциальным техногенным сырьём. Планируемый год лицензирования по программе лицензирования участков недр твёрдых полезных ископаемых в АЗРФ — 2033-й
Тэдино (Слюдоваракское)		
Листовой мусковит (сопутствует мелкокоразмерный мусковит как побочный компонент)	Балансовые запасы листового мусковита невелики: категории A+B+C ₁ — 6566 т, C ₂ — 4834 т. Забалансовые запасы мелкокоразмерного мусковита по категории C ₂ оцениваются в 14,2 тыс. т. Техногенные запасы мелкокоразмерного мусковита составляют около 5 тыс. т балансовых запасов	В настоящее время месторождение не разрабатывается. Подземные горные работы прекращены к 2000 г., шахты законсервированы, а оставшиеся балансовые запасы переданы в нераспределённый фонд недр. Планируемый год лицензирования по программе лицензирования участков недр твердых полезных ископаемых в АЗРФ — 2030-й
Слюдяной Бор		
Мусковит (листовой), мелкокоразмерный мусковит также присутствует, но качество слюды оценивается как среднее или ниже среднего	Балансовые запасы мусковита (категорий C ₁ +C ₂) в нём и в двух близлежащих мелких месторождениях (Пиртима и Подужемье-Половина) суммарно составляют около 12 тыс. т, забалансовые — 5,6 тыс. т	Месторождение разведано, но промышленная добыча практически не велась. Балансовые запасы учтены в государственном балансе и находятся в нераспределённом фонде недр. Добыча не ведётся из-за относительно небольших запасов и средних показателей качества сырья. В настоящее время месторождение считается перспективным резервом

Примечание. Составлено авторами по материалам работ [2, 10, 17–19] и открытых информационных сайтов: Борисова И. В. Геологические экскурсии на побережье Чупинского залива Белого моря. URL: <https://vokrug-ladogi.ru/kraevedenie/istoriya-mest/geologicheskie-ekskursii-na-poberezhe-chupinskogo-zaliva-belogo-morya/> (дата обращения: 04.04.2025); Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Республики Карелия на 15 июня 2020 г. // Роснедра: [офиц. сайт]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/0e79984222233426ddb78bf7614ebf6.pdf> (дата обращения: 04.04.2025); Об утверждении Программы лицензирования участков недр твёрдых полезных ископаемых в Арктической зоне Российской Федерации на период до 2035 года, ресурсная база которых потенциально может обеспечить загрузку Северного морского пути: приказ Минприроды России от 09.06.2023 № 358 // ГАРАНТ. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406958202/?ysclid=m9iis4dqxj964041269> (дата обращения: 10.04.2025).

Таблица 2

Ключевые месторождения слюды в Мурманской области

Вид слюды	Запасы	Текущий статус
Ковдорское		
Основной слюдяной минерал — флогопит в коренных породах и вермикулит во внешней части рудного тела, образовавшийся за счёт выветривания флогопита	Балансовые запасы вермикулита составляют: категория А+В+С ₁ — 20,7 млн т, категория С ₂ — 21,8 млн т; забалансовые — 32 тыс. т. Запасы флогопита: категория В+С ₁ — 1,45 млн т, категория С ₂ — 6,2 млн т; забалансовые — 2,2 млн т	Добыча вермикулита велась открытым карьером вплоть до 2015 г., после чего предприятие по добыче слюды (ОАО «Ковдорслюда») было признано банкротом, лицензия аннулирована, а карьер был закрыт и законсервирован. В настоящее время месторождение числится в нераспределённом государственном фонде недр, но оно рассматривается как перспективный объект для повторного освоения
Риколатвинское, Ёнское, Неблогорское		
Листовой мусковит высокого качества, в рудах присутствует мелкозернистый мусковит	Основные разведанные запасы листового мусковита сосредоточены в Ёнском мусковитоносном районе (87,2 %). Более 85 % балансовых запасов листового мусковита учтены на трёх месторождениях — Риколатвинском, Ёнском и Неблогорском. Запасы мелкозернистого мусковита на месторождениях составляют: балансовые категории В+С ₁ — 20,6 тыс. т, категории С ₂ — 91,7 тыс. т; забалансовые — 4,6 тыс. т	Риколатвинское — не разрабатывается. Промышленная добыча велась с 1949 г. (подземным способом), прекращена к началу 1990-х гг. в связи с выработкой богатых участков и падением спроса на слюду. Из-за изменения конъюнктуры на мировом, и особенно российском, рынках добыча мусковита ведётся в очень малых объёмах. Ёнское — в 1993 г. горные работы прекращены, оборудование демонтировано, выработки затоплены, рудник прекратил свое существование. Неблогорское — официально рудник законсервирован. Причины закрытия аналогичны: отсутствие рентабельности в новых экономических условиях и трудности транспортировки. Сохраняет статус перспективного, содержит высококачественную слюду
Африкандское		
Одно из крупнейших в мире месторождений перовскит-титаномagnetитовых руд. Слюда присутствует в виде попутных минералов: флогопит в первичных породах и вермикулит в зоне их выветривания	Общие прогнозные ресурсы комплексной руды оцениваются в 626,2 млн т. Не имеет отдельно утверждённых запасов слюды, так как не разрабатывалось в качестве слюдяного объекта, но вермикулит числится среди перспективных видов сырья	После длительной консервации месторождение находится на этапе возобновления освоения, в контексте редкоземельных металлов. В 2020 г. права на месторождение получила компания ООО «Аркминерал-Ресурс», планирующая строительство ГОКа. Слюда может быть выгодно извлечена как побочный компонент относительно основных полезных ископаемых (тантал, ниобий, титан, РЗМ)

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

Окончание таблицы 2

Вид слюды	Запасы	Текущий статус
Колмозерское		
Пегматиты Колмозерского месторождения относятся к редкометалльному альбит-сподуменовому типу. Основные минералы руды: кварц, альбит, микроклин, сподумен и мусковит	При первоначальной разведке (1950-е гг.) на баланс поставлено 75 млн т руды, содержащей 844 тыс. т оксида лития. Мусковит образует около 5–7 % объёма руды. Также отмечен лепидолит как вторичный минерал	В 2023 г. лицензия выдана АО «Полярный литий» — совместному предприятию «Росатом» и «Норникель». Стадия проекта — предварительное технико-экономическое проектирование. Планируется строительство ГОКа. К 2030 г. намечен ввод предприятия в эксплуатацию (2 млн т руды в год). Слюда при этом может извлекаться из хвостов обогащения
Полмостундровское		
Пегматиты Полмостундровского месторождения относятся к редкометалльному альбит-сподуменовому типу. Главные минералы: кварц, альбит, сподумен, лепидолит и микроклин. Мусковит присутствует в качестве второстепенного минерала	Балансовые запасы составляют суммарно около 13,3 млн т руды категории В+С ₁ , содержащей 165,6 тыс. т оксида лития, и категории С ₂ — 15,482 млн т руды с 186,1 тыс. т оксида лития. Слюдяная составляющая руды (лепидолит) оценивается примерно в 8–10 % от массы	Месторождение не разрабатывалось в советское время по экономическим причинам (невостребованность лития). В 2023 г. лицензия на Полмостундровское месторождение сроком до 2043 г. была приобретена АО «Арктический литий». Статус месторождения — завершены геологоразведочные работы, к 2026 г. планируется выйти на производство 20 тыс. т карбонат лития в год. Сопутствующая слюда не является целью добычи, но может извлекаться из руды при обогащении

Примечание. Составлено авторами по материалам работ [15, 20–22] и открытых информационных сайтов: Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Республики Карелия на 15 июня 2020 г. // Роснедра: [офиц. сайт]. URL: <https://rosnedra.gov.ru/data/Fast/Files/202011/0e79984222233426ddb78bf7614ebf6.pdf> (дата обращения: 04.04.2025); Ковдорское месторождение // Большая российская энциклопедия. URL: <https://old.bigenc.ru/geology/text/2076660> (дата обращения: 06.04.2025); Afrikanda // HiTech AlkCarb. URL: <https://alkcarb.myrocks.info/node/1507> (accessed 07.04.2025); Морозова Л. Н., Зозуля Д. Р., Скублов С. Г. Стратегические металлы (Be, Nb, Ta, Li) месторождений Кольского редкометалльного пояса (Арктическая зона, Кольский полуостров, Россия). URL: https://www.researchgate.net/publication/387894779_Strategiceskie_metally_Be_Nb-Ta_Li_mestorozdenij_Kolskogo_redkometallnogo_poas_a_Arkticeskaa_zona_Kolskij_poluostrov_Rossia (дата обращения: 07.04.2025); Полмостундровское месторождение // АО «Арктический литий». URL: <https://arcticlithium.ru/field/> (дата обращения: 08.04.2025).

Таким образом, Мурманская область располагает уникальным потенциалом минерально-сырьевой базы слюды, включающей крупнейшие в мире запасы флогопита (Ковдорское месторождение) и значительные разведанные ресурсы листового мусковита (Риколатвинское, Ёнское и Неблогорское месторождения), совокупно превышающие 85 % от общего объёма балансовых запасов региона. Вместе с тем большинство традиционных слюдяных объектов в настоящее время не эксплуатируется по экономическим причинам, связанным с изменением мировой и внутренней рыночной конъюнктуры. Перспективными направлениями, тем не менее, выступают вновь осваиваемые редкометалльные месторождения (Колмозерское, Полмостундровское и Африкандское),

где слюда может эффективно извлекаться как побочный компонент при переработке комплексных руд, что открывает возможности для экономически оправданного восстановления производства слюды в Мурманской области

За пределами Карелии и Мурманской области достоверных запасов слюды в Арктической зоне РФ практически нет. Свыше 80 % запасов мусковита расположено в Мамско-Чуйском районе¹¹ Иркутской области. Небольшая часть запасов приходится на Урал и южную Сибирь. В арктических районах Республики Саха (Якутия), Чукотского автономного округа, Архангельской области и др. промышленно значимые месторождения слюды не зарегистрированы, хотя известны единичные проявления. Например, в Таймыро-Североземельской

¹¹ См.: Стратегия социально-экономического развития Иркутской области на период до 2036 года: закон Иркутской области от 10 января 2022 г. № 15-ОЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/>

578051226?ysclid=m9a0t3fofq233915409 (дата обращения: 07.04.2025).

провинции (север Красноярского края) отмечены находки слюды вместе с другими редкими минералами, однако они не получили развития¹². В остальных арктических зонах разведанные запасы либо отсутствуют, либо столь малы и труднодоступны, что их разработка экономически нецелесообразна.

Арктические районы Российской Федерации, прежде всего Кольский полуостров и Северная Карелия, располагают значительными запасами слюд (мусковита, флогопита, лепидолита и вермикулита), что обуславливает стратегическое значение региона с точки зрения минерально-сырьевого обеспечения.

Мусковит представляет собой природный слоистый алюмосиликат калия, который благодаря уникальной кристаллической структуре и специфическим физико-химическим свойствам широко применяется в различных промышленных областях. Отличительными характеристиками мусковита являются высокий уровень термостойкости (температура плавления около 1200–1300 °С), диэлектрическая прочность, низкий коэффициент теплового расширения и низкие диэлектрические потери, а также химическая устойчивость и слоистая структура, обуславливающая его способность к расщеплению на ультратонкие чешуйки [11]. В современных технологиях особое значение приобретают композиционные материалы на основе мусковита, в том числе наноккомпозиты, используемые в электротехнике, электронике и лакокрасочной промышленности, где требуются высокие электроизоляционные и механические характеристики, а также стабильность при повышенных температурах [23, 24]. По оценкам, Карело-Кольский регион содержит порядка 10 % балансовых запасов листового мусковита в России (основная часть находится в Восточной Сибири). Современное состояние добычи в регионе характеризуется застоем: вследствие изменения конъюнктуры рынка эксплуатация большинства месторождений прекращена и сейчас добыча мусковита ведётся лишь в незначительных объёмах на Риколатвинском месторождении, тем не менее разведанные запасы мусковита в Карелии остаются существенными, что создаёт перспективы возобновления его добычи.

Флогопит является природным слоистым минералом из группы биотитов и характеризуется моноклинной слоистой кристаллической структурой, включающей тетраэдрические слои кремнезёма и октаэдрические слои магния и алюминия, соединённые межслоевыми ионами калия. Данный минерал отличается высокой

термической стабильностью (до 900–1000 °С), низким коэффициентом теплового расширения, относительно высокой теплопроводностью, хорошими электроизоляционными характеристиками и низкими диэлектрическими потерями [11]. Одним из крупнейших в мире является Ковдорское месторождение флогопита на Кольском полуострове (Арктическая зона России), характеризующееся запасами гигантских кристаллов размером до 2 м, высокой чистотой минерала и низким содержанием примесей железа и титана, что придаёт местному сырью особую промышленную значимость [25]. Благодаря устойчивости к высоким температурам и химической инертности флогопит используется как функциональный наполнитель в композиционных материалах, в электротехнической и лакокрасочной промышленности, а также в качестве основы для перламутровых и фотокаталитических покрытий [24].

Лепидолит представляет собой наиболее распространённый литийсодержащий минерал группы слюд, химически представляющий собой сложный фторсиликат калия, лития и алюминия с моноклинной кристаллической структурой и совершенной базальной спайностью, позволяющей получать тонкие и гибкие чешуйки. Содержание оксида лития (Li_2O) в лепидолите варьируется в пределах от 1,4 до 1,9 % [26]. Минерал отличается невысокой твёрдостью (2,5–4,0 по шкале Мооса)¹³, привлекательным внешним видом с типичной сиреневой или розово-фиолетовой окраской и характеризуется технологически значимыми свойствами, обусловленными высоким содержанием лития, рубидия и цезия, используемых в производстве стекла, эмалей и современных аккумуляторных систем. Основные ресурсы лепидолита в Арктической зоне РФ сосредоточены на Кольском полуострове, где открыты два крупных месторождения литиевых пегматитов — Колмозерское и Полмостундровское. Колмозерское месторождение (район Вороних тундр) — крупнейшее по запасам лития в Российской Федерации¹⁴.

Вермикулит — природный слоистый минерал группы гидрослюд подкласса филлосиликатов, обладающий высокой термической стабильностью и способностью к обратимому расширению при нагревании выше температуры 300 °С [27]. Минерал характеризуется низкой плотностью (2,4–2,7 г/см³), высокой катионообменной ёмкостью (1,2–2,4 мг-экв/г) и выраженными сорбционными свойствами, что обуславливает его применение в строительных материалах, теплоизоляции и как адсорбента в очистке промышленных сточных вод [28, 29]. Технологически

¹² Арктика — мировой природный ресурс // Экспертный центр ПОРА. 2019. URL: <https://goarctic.ru/news/arktika-mirovoy-prirodnyy-resurs/> (дата обращения: 08.04.2025).

¹³ Lepidolite // Geologyscience. 2023. URL: <https://geologyscience.com/minerals/lepidolite/#:~:text=Occurrence%20geologyscience,it%20contains> (дата обращения: 09.04.2025).

¹⁴ «Полярный литий» завершил полевой этап геологоразведочных работ на Колмозерском месторождении лития // Норникель. 2024. URL: <https://nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/polyarnyy-litii-zavershil-polevoy-etap-geologo-razvedochnykh-rabot-na-kolmozerskom-mestorozhdenii-litiya/> (дата обращения: 09.04.2025).

РАЗВИТИЕ ОТРАСЛЕЙ И СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ РОССИЙСКОГО СЕВЕРА И АРКТИКИ

важной особенностью вермикулита является высокая пористость и удельная поверхность, позволяющая эффективно использовать его в качестве сорбента и носителя в катализаторах для химических процессов и фильтрации. В Арктической зоне России сосредоточены значительные запасы вермикулита, преимущественно на Кольском полуострове, однако, несмотря на богатство месторождений, степень их освоения остаётся низкой.

Использование методов стратегического анализа для оценки потенциала слюдяной отрасли

Российская слюдяная отрасль обладает значительными потенциальными преимуществами, однако их реализация требует преодоления накопленных проблем. Современное состояние отрасли характеризуется сочетанием унаследованных слабостей и намечающихся перспектив роста. Одним из основных барьеров выступает технологическое отставание от мировых лидеров, особенно в части производства тонкодисперсных порошков и композитных материалов на основе слюды, востребованных на современных рынках. Исторически отечественная индустрия была сосредоточена на добыче листовой слюды, традиционно используемой для электроизоляционных материалов,

тогда как в последние годы значительно расширились области применения измельчённых слюдосодержащих композитов [30]. Это привело к ситуации, когда российские предприятия оказались не способны конкурировать на рынках тонкоизмельчённой слюды. При измельчении до размеров порядка десятков микрон слюда теряет природные свойства, и для их сохранения требуются специальные добавки, технология которых удерживается зарубежными компаниями. Отсутствие собственных технологий тонкого помола и обогащения привело к парадоксу, при котором Россия, обладая крупными запасами слюды, вынуждена импортировать слюдяной порошок по высоким ценам.

Анализ сильных и слабых сторон слюдяной промышленности указывает на необходимость технологического перевооружения и внедрения инноваций в переработку слюдосодержащего сырья (табл. 3). Блоки анализа внутренней и внешней среды по отношению к исследуемому отраслевому сегменту уточнены с помощью наиболее значимых укрупнённых факторов, которые преимущественно отражают характеристику этих блоков (например, институциональные и рыночные факторы).

Таблица 3

SWOT-анализ слюдяной отрасли Арктической зоны Российской Федерации

Сильные стороны (ресурсные и кадровые) (Strengths)	Слабые стороны (геолого-технологические и производственные) (Weaknesses)
• Крупнейшая в мире сырьевая база слюд (Беломорская слюдоносная провинция, Ковдорское месторождение). • Высокое качество минералого-сырьевых ресурсов (Неблогорское месторождение). • Квалифицированные кадры и накопленный научный потенциал. • Опыт технологических исследований и геологоразведки • Наличие производственной инфраструктуры в некоторых районах (действующий завод ООО «Флогопит» в Ковдоре)	• Низкая инвестиционная привлекательность добычи слюды, особенно в тех случаях, когда слюда выступает попутным компонентом (Колмозерское, Африкандское и Полмостундровское месторождения). • Технологическое отставание и износ производственных мощностей. • Большое количество заброшенных производств, не подлежащих восстановлению. • Отток населения и кадров из-за закрытия производств
Возможности (рыночные и институциональные) (Opportunities)	Угрозы (рыночные и институциональные) (Threats)
• Растущий мировой спрос на слюду (электроника, электрообластройство, косметика). • Вовлечение техногенных ресурсов в переработку. • Государственная поддержка через льготы резидентам Арктической зоны. • Экспортный потенциал продукции глубокой переработки в связи с ростом высокотехнологичных отраслей. • Инновационные направления применения слюд (наноматериалы, радиационная защита)	• Высокая международная конкуренция (Китай, Индия, Мадагаскар). • Технологическая зависимость в горнодобывающем секторе от зарубежных компаний и оборудования. • Необходимость значительных первоначальных инвестиций в инфраструктуру и энергетику. • Ограниченный внутренний спрос на инновационную продукцию из слюды

Примечание. Составлено авторами.

Современные научные исследования предлагают эффективные методы обогащения сырья, ранее считавшегося отходами. Так, для мусковитовых руд

Карелии изучается применение оптической сепарации, которая позволяет эффективно извлекать слюду из породы по разнице в отражательных

характеристиках, повышая качество концентрата, а для флогопита, традиционно добываемого на Кольском полуострове (Мурманская обл.), перспективным признано вовлечение в переработку техногенных отвалов, в частности отвалов бывшего комбината «Ковдорслюда». Обогащение этого вторичного сырья уже ведётся усилиями компании «Флогопит», и подобные техногенные ресурсы могут обеспечить работу предприятий на протяжении нескольких десятилетий [24]. Более того, использование таких ресурсов способствует решению экологических задач, поскольку природная рекультивация земель в Арктическом регионе затруднена и происходит крайне медленно [31].

Стратегическое направление повышения конкурентоспособности отрасли связано с переходом от экспорта сырья к глубокой переработке и производству продукции с высокой добавленной стоимостью — термостойких изоляторов и слюдяной бумаги для электротехнической промышленности. Одним из перспективных примеров взаимодействия региональных властей и научных организаций является инициатива администрации Мамско-Чуйского района, обратившейся в 2021 г. к учёным Иркутского национального исследовательского технического университета (ИРНИТУ) для возобновления добычи мусковита на основе новых научных решений [30]. Важную роль в развитии отрасли может также сыграть разработка технологий получения наночастиц слюды из природного мусковита путём ультразвуковой деламинации с использованием органических веществ, что открывает новые перспективы в производстве перламутровых пигментов [32]. Таким образом, внедрение новых технологий добычи и глубокой переработки слюд является ключевым фактором для преодоления существующих барьеров и развития российской слюдяной отрасли в перспективных направлениях.

Другим важным направлением является организационно-экономическая поддержка и стимулирование инвестиций в слюдяную отрасль Арктической зоны РФ. Государство активно вовлекает бизнес-партнёров в освоение слюдяных месторождений, предоставляя статус резидента Арктической зоны с налоговыми и административными льготами. Ярким примером является проект компании «Флогопит» по возобновлению переработки флогопита на Ковдорском месторождении, направленный на полное замещение импорта и выход на международный рынок. Однако

целенаправленное восстановление отрасли требует системного подхода: развития инфраструктуры, привлечения квалифицированных кадров и стимулирования внутреннего спроса на слюду в электроэнергетике, приборостроении и строительстве.

Особое значение для развития слюдяной отрасли имеет расширение сфер применения слюды в высокотехнологичных секторах. Наряду с традиционными направлениями (электротехника, электроника), существенно возрос спрос на слюду в химической промышленности, где её применяют как наполнитель для пластмасс и резин [2], а также в косметической промышленности при производстве перламутровых пигментов [12]. Кроме того, активно формируются новые сегменты использования слюды: композитные наноматериалы на основе графена и слюды в мягкой робототехнике [33], нанопорошки слюды в качестве добавок в смазочные материалы нового поколения с улучшенными трибологическими характеристиками [34]. Мусковит также показал высокую эффективность как сорбент для очистки сточных вод от фосфатов благодаря устойчивости его структуры и большой удельной поверхности, способствуя вторичному использованию извлечённых соединений в качестве удобрений [35]. Несмотря на относительно небольшой объём рынка этих инновационных направлений использования в настоящее время, именно такие решения способны обеспечить устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности российской слюдяной отрасли на глобальном рынке.

Для оценки текущих условий развития слюдяной отрасли и выявления наиболее значимых факторов конкурентоспособности и устойчивости проектов, реализуемых в Арктической зоне РФ, целесообразно использовать методику пяти сил Портера. Данная модель позволяет комплексно оценить рыночную среду и сформулировать стратегические рекомендации по преодолению существующих вызовов (табл. 4).

Анализ пяти сил Портера показал, что слюдяная отрасль Арктической зоны РФ характеризуется высокой зависимостью от зарубежных поставщиков оборудования и сильной конкуренцией со стороны импорта. Для устойчивого развития необходима государственная поддержка, направленная на снижение технологической зависимости и усиление конкурентоспособности отечественных производителей.

Таблица 4

Анализ пяти сил Портера для слюдяной отрасли Арктической зоны РФ

Сила по модели Портера	Оценка влияния	Основные факторы
1. Конкуренция среди действующих игроков	Низкая внутри России, высокая со стороны импорта	Внутренний рынок в Арктике практически монополизирован несколькими компаниями (ООО «Флогопит», «Полярный литий»). Основная конкуренция исходит от импорта (Индия, Китай), занимавшего до 60–70 % российского рынка до 2022 г. благодаря низким издержкам и развитой инфраструктуре
2. Угроза появления новых игроков	Умеренно низкая	Высокие финансовые, технологические и лицензионные барьеры (например, стоимость лицензии на освоение Колмозерского месторождения 611 млн руб.), удалённость арктических месторождений от основных потребителей, необходимость современной переработки сырья. Крупные месторождения не освоены из-за необходимости значительных инвестиций и нестабильного спроса. При масштабном освоении месторождений слюды возникает вероятность появления новых компаний
3. Угроза со стороны товаров-заменителей	Высокая (массовые сегменты), умеренная (специализированные сегменты)	Во многих традиционных областях (электротехника, ЛКМ, стройматериалы) слюда активно замещается полимерными плёнками, керамическими и синтетическими материалами (например, керамические конденсаторы в электронике, стекловолокно в строительстве). В специализированных сегментах (авиакосмос, ядерная энергетика, оборонная промышленность) уникальные термостойкие и диэлектрические свойства слюды делают её фактически незаменимой
4. Рыночная сила поставщиков	Высокая (оборудование), умеренно высокая (сервисные компании)	Высокая зависимость от импорта горной техники (Китай) после ухода западных производителей (Caterpillar, Sandvik, Komatsu). Примеры: китайская компания MCC на Колмозерском проекте, японская техника Komatsu на Ковдорском ГОКе, альтернативы — китайские бренды (SANY, XCMG). Сервисные и цифровые услуги представлены российскими компаниями (ПАО «МТС» на Ковдорском ГОКе), но для узкоспециализированных задач сохраняется зависимость от иностранных подрядчиков
5. Рыночная сила потребителей	Умеренная	Потребители слюды представлены множеством отраслей (ЛКМ, электроника, строительство), что ограничивает их суммарное влияние. Вместе с тем высокая ценовая чувствительность и возможность перехода на заменители или импорт усиливают давление. В стратегических отраслях (ОПК, атомная энергетика) возможности смены поставщика ограничены, что снижает их давление. Падение спроса в электронной отрасли в 1990-е гг. показало высокую чувствительность отрасли к спросу

Примечание. Составлено авторами.

Заключение

Проведённое исследование позволило выявить и систематизировать ключевые проблемы и перспективные направления развития слюдяной отрасли Российской Федерации. Анализ рынка слюды показал, что, несмотря на значительные разведанные и прогнозные запасы слюды, страна остаётся нетто-импортёром слюдяного сырья и продукции на его основе. Причинами являются технологическое отставание, высокий уровень износа производственных мощностей и инфраструктуры, значительная себестоимость добычи и конкуренция со стороны

традиционных мировых лидеров (Индия, Китай, Мадагаскар).

Анализ подтвердил значительный потенциал российской слюдяной промышленности, особенно за счёт месторождений Арктической зоны, прежде всего Ковдорского и Колмозерского месторождений. Их освоение позволит существенно снизить зависимость от импорта и обеспечить внутренний рынок высококачественным отечественным сырьём. Основными направлениями восстановления отрасли должны стать внедрение современных технологий добычи и переработки слюды, переработка техногенных отходов и создание инновационных материалов,

востребованных в электронике, нанотехнологиях и аккумуляторной промышленности.

Для реализации указанных направлений необходим комплексный подход, включающий проведение дополнительных геологоразведочных работ для уточнения и расширения запасов слюды, эффективное использование её как попутного компонента при разработке литевых и других многокомпонентных месторождений, а также переработку техногенных отходов и отходов обогащения с целью снижения экологической нагрузки. Ключевым элементом комплексного подхода является технологическое перевооружение отрасли и переход к современным методам добычи и глубокой переработки, обеспечивающим получение продукции с высокой добавленной стоимостью. Наряду с этим необходимо формирование благоприятной инвестиционной среды, предполагающей государственную поддержку через налоговые льготы и субсидии резидентам Арктической зоны, механизмы государственного софинансирования, а также привлечение инвесторов и технологических

партнёров из дружественных стран, в том числе с использованием инструментов «зелёных инвестиций».

Существуют ключевые риски, связанные с технологической отсталостью отечественных компаний в области переработки слюды и производства наиболее востребованной продукции для современного рынка, сохраняется высокая зависимость от импорта оборудования. К рискам также относятся колебания спроса в отдельных сегментах, обусловленные появлением товаров-заменителей.

Перспективы отрасли во многом определяются развитием высокотехнологичных направлений применения слюды, таких как микроэлектроника и электротранспорт, что способно существенно увеличить спрос на данное сырьё.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку конкретных механизмов поддержки слюдяной отрасли, которые позволят в полной мере реализовать её стратегический потенциал и обеспечить сырьевой суверенитет России.

Список источников

1. Федорова С. В. Создание композита на основе слюды и стекла // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2023. Т. 156, № 2. С. 101–110. doi:10.26730/1999-4125-2023-2-101-110.
2. Бубнова Т. П., Букчина О. В. Мусковитовое сырьё Карелии: история добычи и перспективы использования // Горн. журн. 2019. Т. 622, № 3. С. 21–25. doi:10.17580/gzh.2019.03.04.
3. Перфильева Ю. В. Основные направления использования слюды и перспективы развития экспорта слюды в Российской Федерации // Вестник ИРГТУ. 2006. Т. 28, № 4. С. 70–72.
4. Шишелова Т. И., Житов В. Г. Современное состояние слюдяной области. Проблемы и перспективы // Успехи современного естествознания. 2018. № 3. С. 133–139.
5. Shishelova T., Zhitov V. Radiation-resistant materials based on mica in the construction industry // MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 212. P. 1–6. doi:10.1051/mateconf/201821201012.
6. Marinina O. A., Ilyushin Y. V., Kildiushov E. V. Comprehensive Analysis and Forecasting of Indicators of Sustainable Development of Nuclear Industry Enterprises // IJE TRANSACTIONS B: Applications. 2025. Vol. 38, no. 11. P. 2527–2536. doi:10.5829/ije.2025.38.11b.05.
7. Semenova, T., Sokolov I. Theoretical Substantiation of Risk Assessment Directions in the Development of Fields with Hard-to-Recover Hydrocarbon Reserves // Resources. 2025. Vol. 14, no. 4. P. 64. doi:10.3390/resources14040064.
8. A Methodology for Forecasting the KPIs of a Region's Development: Case of the Russian Arctic / Y. Zhukovskiy [et al.] // Sustainability. 2024. Vol. 16, no. 15. P. 1–25. doi:10.3390/su16156597.
9. Dmitrieva D., Chanysheva A., Solovyova V. A Conceptual Model for the Sustainable Development of the Arctic's Mineral Resources Considering Current Global Trends: Future Scenarios, Key Actors, and Recommendations // Resources. 2023. Vol. 12, no. 6. doi:10.3390/resources12060063.
10. Малов Н. Д., Щипцов В. В. Кризис слюдяной отрасли Беломорской пегматитовой провинции и перспектива его преодоления // Записки Горного института. 2016. Т. 218. С. 172–178.
11. Mica/epoxy-composites in the electrical industry: Applications, composites for insulation, and investigations on failure mechanisms for prospective optimizations / N. Andraschek [et al.] // Polymers. 2016. Vol. 8. doi:10.3390/polym8050201.
12. Health Effects of Dyes, Minerals, and Vitamins Used in Cosmetics / E. Wargala [et al.] // Women. 2021. Vol. 1, no. 4. P. 223–237. doi:10.3390/women1040020.
13. Characterization and Liberation Study of the Beauvoir Granite for Lithium Mica Recovery / B. Demeusy [et al.] // Minerals. 2023. Vol. 13, no. 7. 950. doi:10.3390/min13070950.
14. The Lithium-Ion Battery Recycling Process from a Circular Economy Perspective — A Review and Future Directions

- / R. P. Sheth [et al.] // *Energies*. 2023. Vol. 16, no. 7. 3228. doi:10.3390/en16073228.
15. Морозова Л. Н., Зозуля Д. Р., Скублов С. Г. Кольский редкометалльный пегматитовый пояс — важнейший источник стратегического минерального сырья (Li, Be, Nb, Ta, Cs) в России // *Разведка и охрана недр*. 2024. № 2. С. 36–40. doi:10.53085/0034-026X_2024_2_36.
 16. Промышленные минералы севера европейской части России / В. В. Щипцов [и др.] // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2020. № 6. С. 7–35. doi:10.17076/them1267.
 17. Корсакова М. А., Иванов Н. М., Дударева Г. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 200 000. Серия Карельская. Лист Q–36–XV, XVI (Лоухи). Объяснительная записка / Минприроды России, Роснедра, СЗРГЦ, ГПП «Севзапгеология». М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2021.
 18. Щипцов В. В., Иващенко В. И. Минерально-сырьевой потенциал арктических районов Республики Карелия // *Труды Карельского научного центра РАН*. 2018. № 2. С. 3–33. doi:10.17076/geo775.
 19. Alekseev V. I., Alekseev I. V. Zircon as a mineral indicating the stage of granitoid magmatism at Northern Chukotka, Russia // *Geosciences*. 2020. Vol. 10, no. 5. doi:10.3390/geosciences10050194.
 20. Intensive chemical weathering in the Arctic during the Miocene Climatic Optimum / A. M. Hall [et al.] // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2024. Vol. 634. 111927. doi:10.1016/j.palaeo.2023.111927.
 21. Исаков А. Е., Матвеева В. А. Исследование очистки марганецсодержащих сточных вод хвостохранилища ОАО «Ковдорский ГОК» // *Обогащение руд*. 2016. № 2. С. 44–48. doi:10.17580/or.2016.02.08.
 22. Zircon as an Indicator of Magmatic-Hydrothermal Transition in the Evolution of Rare Metal Pegmatite (using the example of the Kolmozero and Polmostundra lithium deposits, Kola Peninsula, Russia) / E. V. Levashova [et al.] // *Russian Geology and Geophysics*. 2024. Vol. 65, no. 11. P. 1316–1333. doi:10.2113/RGG20244758.
 23. Green synthesis of nano-muscovite and niter from feldspar through accelerated geomimicking process / J. Yuan [et al.] // *Applied Clay Science*. 2018. Vol. 165. P. 71–76. doi:10.1016/J.CLAY.2018.08.007.
 24. Gerasimova L. G., Maslova M. V., Shchukina E. S. Mineral layer fillers for the production of functional materials // *Materials*. 2021. Vol. 14, no. 12. 3369. doi:10.3390/ma14123369.
 25. Krasnova N. I. The Kovdor phlogopite deposit, Kola Peninsula, Russia // *The Canadian Mineralogist*. 2001. Vol. 39, no. 1. P. 33–44. doi:10.2113/gscanmin.39.1.33.
 26. Mechanochemical Treatment for the Extraction of Lithium from Hard Rock Minerals: A Comprehensive Review / Y. Eom [et al.] // *Metals*. 2024. Vol. 14, no. 11. 1260. doi:10.3390/met14111260.
 27. Heat Treatment at 1000 °C under Reducing Atmosphere of Commercial Vermiculites / A. Lahchich [et al.] // *Minerals*. 2024. Vol. 14, no. 3. 232. doi:10.3390/min14030232.
 28. Characterization of Altered Mica From Sokli, Northern Finland / M. Rama [et al.] // *Clays and Clay Minerals*. 2020. Vol. 67, no. 5. P. 428–438. doi:10.1007/s42860-019-00041-0.
 29. Matveeva V., Danilov A., Pashkevich M. Treatment of multi-tonnage manganese-containing waste water using vermiculite // *J. Ecological Engineering*. 2018. Vol. 19, no. 1. P. 156–162. doi:10.12911/22998993/79416.
 30. Шишелова Т. И., Храмовских М. А. История развития слюдяной отрасли в Иркутской области // *Известия Лаборатории древних технологий*. 2022. Т. 18, № 2. С. 143–154. doi:10.21285/2415-8739-2022-2-143-154.
 31. Оценка потенциального ущерба почвам от аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на территории Арктического региона / М. А. Невская [и др.] // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2024. № 3. С. 107–122. doi:10.37614/2220-802X.3.2024.85.007.
 32. Malayoglu U., Besun N. Development of nanosized mica particles from natural mica by sonication/organic intercalation method for pearlescent pigment // *Minerals*. 2020. Vol. 10, no. 6. 572. doi:10.3390/min10060572.
 33. Gu M., Echtermeyer T. J. A Graphene-Mica-Based Photo-Thermal Actuator for Small-Scale Soft Robots // *Small*. 2024. Vol. 20, no. 28. doi:10.1002/sml.202311001.
 34. 2D mica as a new additive for nanolubricants with high tribological performance / M. J. G. Guimarey [et al.] // *Tribology International*. 2024. Vol. 200. doi:10.1016/j.triboint.2024.110075.
 35. Fe³⁺/Mn²⁺ (Oxy)Hydroxide Nanoparticles Loaded onto Muscovite/Zeolite Composites (Powder, Pellets and Monoliths): Phosphate Carriers from Urban Wastewater to Soil / D. Guaya [et al.] // *Nanomaterials*. 2022. Vol. 12, no. 21. 3848. doi:10.3390/nano12213848.

References

1. Fedorova S. V. Sozdanie kompozita na osnove slyudy i stekla [Creation of the composite on the basis of mica and glass]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kuzbass State Technical University], 2023, Vol. 156, no. 2, pp. 101–110. doi:10.26730/1999-4125-2023-2-101-110. (In Russ.).

2. Bubnova T. P., Bukchina O. V. Muskovitovoe syr'e Karelii: istoriya dobychi i perspektivy ispol'zovaniya [Muscovite reserves of Karelia: History of mining and application prospects]. *Gornyi zhurnal* [Mining Journal], 2019, Vol. 622, no. 3, pp. 21–25. doi:10.17580/gzh.2019.03.04. (In Russ.).
3. Perfilieva Yu. V. Osnovnye napravleniya ispol'zovaniya slyudy i perspektivy razvitiya eksporta slyudy v Rossiiskoi Federatsii [Main directions of mica use and prospects for mica export development in the Russian Federation]. *Vestnik IrGTU* [Bulletin of Irkutsk State Technical University], 2006, Vol. 28, no. 4, pp. 70–72. (In Russ.).
4. Shishelova T. I., Zhitov V. G. Sovremennoe sostoyanie slyudyanoi oblasti. Problemy i perspektivy [The current state of the mica industry: Problems and prospects]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Advances in Current Natural Sciences], 2018, no. 3, pp. 133–139. (In Russ.).
5. Shishelova T., Zhitov V. Radiation-resistant materials based on mica in the construction industry. *MATEC Web of Conferences*, 2018, Vol. 212, pp. 1–6. doi:10.1051/mateconf/201821201012.
6. Marinina O. A., Ilyushin Yu. V., Kildiushov E. V. Comprehensive analysis and forecasting of indicators of sustainable development of nuclear industry enterprises. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 2025, Vol. 38, no. 11, pp. 2527–2536. doi:10.5829/ije.2025.38.11b.05.
7. Semenova T., Sokolov I. Theoretical substantiation of risk assessment directions in the development of fields with hard-to-recover hydrocarbon reserves. *Resources*, 2025, Vol. 14, no. 4, 64. doi:10.3390/resources14040064.
8. Zhukovskiy Y., Tsvetkov P., Koshenkova A., Skvortsov I., Andreeva I., Vorobeva V. A methodology for forecasting the KPIs of a region's development: Case of the Russian Arctic. *Sustainability*, 2024, Vol. 16, no. 15, pp. 1–25. doi:10.3390/su16156597.
9. Dmitrieva D., Chanysheva A., Solovyova V. A conceptual model for the sustainable development of the Arctic's mineral resources considering current global trends: Future scenarios, key actors, and recommendations. *Resources*, 2023, Vol. 12, no. 6. doi:10.3390/resources12060063.
10. Malov N. D., Shchiptsov V. V. Krizis slyudyanoi otrasli Belomorskoj pegmatitovoi provintsii i perspektiva ego preodoleniya [Crisis in mica production industry of the Belomorskaya pegmatite province and perspective of its overcoming]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], 2016, Vol. 218, pp. 172–178. (In Russ.).
11. Andraschek N., Wanner A. J., Ebner C., Riess G. Mica/epoxy-composites in the electrical industry: Applications, composites for insulation, and investigations on failure mechanisms for prospective optimizations. *Polymers*, 2016, Vol. 8. doi:10.3390/polym8050201.
12. Wargala E., Ślowska M., Zalewska A., Toporowska M. Health effects of dyes, minerals, and vitamins used in cosmetics. *Women*, 2021, Vol. 1, no. 4, pp. 223–237. doi:10.3390/women1040020.
13. Demeusy B., Arias-Quintero C. A., Butin G., Lainé J., Tripathy S. K., Marin J., Dehaine Q., Filippov L. O. Characterization and liberation study of the Beauvoir granite for lithium mica recovery. *Minerals*, 2023, Vol. 13, no. 7, pp. 950. doi:10.3390/min13070950.
14. Sheth R. P., Ranawat N. S., Chakraborty A., Mishra R. P., Khandelwal M. The lithium-ion battery recycling process from a circular economy perspective—A review and future directions. *Energies*, 2023, Vol. 16, no. 7, pp. 3228. doi:10.3390/en16073228.
15. Morozova L. N., Zozulya D. R., Skublov S. G. Kol'skii redkometall'nyi pegmatitovyi poiyas — vazhneishii istochnik strategicheskogo mineral'nogo syr'ya (Li, Be, Nb, Ta, Cs) v Rossii [Kola rare-metal pegmatite belt — the most important source of strategic mineral raw materials (Li, Be, Nb, Ta, Cs) in Russia]. *Razvedka i okhrana nedr* [Prospect and protection of mineral resources], 2024, no. 2, pp. 36–40. doi:10.53085/0034-026X_2024_2_36. (In Russ.).
16. Shchiptsov V. V., Burtsev I. N., Zhirov D. V., Voloshin A. V., Mashin D. O. Promyshlennyye mineraly severa evropeiskoi chasti Rossii [Industrial minerals of North European Russia]. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences], 2020, no. 6, pp. 7–35. doi:10.17076/them1267. (In Russ.).
17. Korsakova M. A., Ivanov N. M., Dudareva G. A. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1:200 000. Seriya Karelskaya. List Q–36–XV, XVI (Loukhi). Ob'yasnitel'naya zapiska* [National geological map of the Russian Federation. Scale 1:200,000. Karelian series. Sheet Q–36–XV, XVI (Loukhi). Explanatory note]. Moscow, VSEGEI, 2021.
18. Shchiptsov V. V., Ivashchenko V. I. Mineral'no-syr'evoi potentsial arkticheskikh raionov Respubliki Kareliya [Mineral potential of Arctic Karelia]. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN* [Proceedings of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences], 2018, no. 2, pp. 3–33. doi:10.17076/geo775. (In Russ.).
19. Alekseev V. I., Alekseev I. V. Zircon as a mineral indicating the stage of granitoid magmatism at Northern Chukotka, Russia. *Geosciences*, 2020, Vol. 10, no. 5. doi:10.3390/geosciences10050194.
20. Hall A. M., Barfod D. N., Gilg H. A., Stuart F. M., Sarala P., Al-Ani T. Intensive chemical weathering in the Arctic during the Miocene Climatic Optimum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2024, Vol. 634, pp. 111927. doi:10.1016/j.palaeo.2023.111927.

21. Isakov A. E., Matveeva V. A. Issledovanie ochistki marganetssoderzhashhikh stochnykh vod OAO "Kovdorskij GOK" [OAO "Kovdorsky MCC" manganese-containing waste water purification study]. *Obogashchenie rud* [Ore processing], 2016, no. 2, pp. 44–48. doi:10.17580/or.2016.02.08. (In Russ.).
22. Levashova E. V., Zozulya D. R., Morozova L. N., Skublov S. G., Serov P. A. Zircon as an indicator of magmatic-hydrothermal transition in the evolution of rare metal pegmatite (using the example of the Kolmozero and Polmostundra lithium deposits, Kola Peninsula, Russia). *Russian Geology and Geophysics*, 2024, Vol. 65, no. 11, pp. 1316–1333. doi:10.2113/RGG20244758.
23. Yuan J., Yang J., Ma H., Su S., Chang Q., Komarneni S. Green synthesis of nano-muscovite and niter from feldspar through accelerated geomimicking process. *Applied Clay Science*, 2018, Vol. 165, pp. 71–76. doi:10.1016/j.clay.2018.08.007.
24. Gerasimova L. G., Maslova M. V., Shchukina E. S. Mineral layer fillers for the production of functional materials. *Materials*, 2021, Vol. 14, no. 12, pp. 3369. doi:10.3390/ma14123369.
25. Krasnova N. I. The Kovdor phlogopite deposit, Kola Peninsula, Russia. *The Canadian Mineralogist*, 2001, Vol. 39, no. 1, pp. 33–44. doi:10.2113/gscanmin.39.1.33.
26. Eom Y., Dyer L., Nikoloski A.N., Alorro R. D. Mechanochemical Treatment for the extraction of lithium from hard rock minerals: A comprehensive review. *Metals*, 2024, Vol. 14, no. 11, pp. 1260. doi:10.3390/met14111260.
27. Lahchich A., Álvarez-Lloret P., Leardini F., Marcos C. Heat treatment at 1000 °C under Reducing atmosphere of commercial vermiculites. *Minerals*, 2024, Vol. 14, no. 3, pp. 232. doi:10.3390/min14030232.
28. Rama M., Eklund O., Fröjdö S., Smått J.-H., Lastusaari M., Laiho T. Characterization of altered mica from Sokli, Northern Finland. *Clays and Clay Minerals*, 2020, Vol. 67, no. 5, pp. 428–438. doi:10.1007/s42860-019-00041-0.
29. Matveeva V., Danilov A., Pashkevich M. Treatment of multi-tonnage manganese-containing waste water using vermiculite. *Journal of Ecological Engineering*, 2018, Vol. 19, no. 1, pp. 156–162. doi:10.12911/22998993/79416.
30. Shishelova T. I., Khramovskikh M. A. Istoriya razvitiya slyudyanoi otrasli v Irkutskoi oblasti [The history of the mica industry in the Irkutsk region]. *Izvestiya Laboratorii drevnikh tekhnologii* [Reports of the Laboratory of Ancient Technologies], 2022, Vol. 18, no. 2, pp. 143–154. doi:10.21285/2415-8739-2022-2-143-154. (In Russ.).
31. Nevskaya M. A., Belyaev V. V., Pasternak S. N., Vinogradova V. V., Shagidulina D. I. Otsenka potentsial'nogo ushcherba pochvam ot avariinykh razlivov nefi i nefteproduktov na territorii Arkticheskogo regiona [Accidental oil spills in the Arctic: An assessment of potential soil damage]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 2024, no. 3, pp. 107–122. doi:10.37614/2220-802X.3.2024.85.007. (In Russ.).
32. Malayoglu U., Besun N. Development of nanosized mica particles from natural mica by sonication/organic intercalation method for pearlescent pigment. *Minerals*, 2020, Vol. 10, no. 6, pp. 572. doi:10.3390/min10060572.
33. Gu M., Echtermeyer T. J. A graphene-mica-based photo-thermal actuator for small-scale soft robots. *Small*, 2024, Vol. 20, no. 28. doi:10.1002/sml.202311001.
34. Guimarey M. J., Karunarathne S., Ratwani C., Viesca J. L., Battez A. H., Abdelkader A. 2D mica as a new additive for nanolubricants with high tribological performance. *Tribology International*, 2024, Vol. 200. doi:10.1016/j.triboint.2024.110075.
35. Guaya D., Maza L., Angamarca A., Mendoza E., García L., Valderrama C., Cortina J. L. Fe³⁺/Mn²⁺ (oxy)hydroxide nanoparticles loaded onto muscovite/zeolite composites (powder, pellets and monoliths): Phosphate carriers from urban wastewater to soil. *Nanomaterials*, 2022, Vol. 12, no. 21, pp. 3848. doi:10.3390/nano12213848.

Об авторах:

А. Е. Череповицын — д-р экон. наук, проф.;

К. А. Стрельченко — аспирант

About the authors:

A. E. Cherepovitsyn — DSc (Economics), Professor;

K. A. Strelchenko — Postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 16 апреля 2025 года.

Статья принята к публикации 06 мая 2025 года.

The article was submitted on April 16, 2025.

Accepted for publication on May 06, 2025.