

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34>

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ ЭНЕРГЕТИКА И РЫНКИ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ МИНЕРАЛОВ

Научная статья

Ефремова М.П.^{1,*}, Ефремов Н.А.², Мужжавлева Т.В.³, Архипова В.А.⁴

¹ ORCID : 0009-0007-1826-7028;

² ORCID : 0009-0004-5719-7147;

³ ORCID : 0000-0002-2948-7225;

⁴ ORCID : 0000-0002-4171-8065;

^{1, 2, 3, 4} Чувашский государственный университет, Чебоксары, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (mp.cherdakova[at]yandex.ru)

Аннотация

Глобальные экологические вызовы, с которым на сегодняшний день сталкиваются большинство стран, вынуждают их пересматривать направления развития мировой и национальных экономик, акцентируя внимание на их «экологизации». Внедрение чистых технологий постепенно осуществляется в различные отрасли, среди которых наиболее успешным является энергетика.

В данной статье обозначены основные направления развития чистой энергетики, в основе которой лежат возобновляемые источники энергии. Изучена практика стран-лидеров в области экологически чистой энергетики. Показано, что развитие чистой энергетики создает предпосылки для развития рынков редкоземельных металлов – ресурсной составляющей экологически чистых отраслей и производств. Анализируются состояние и тенденции, происходящие на мировых рынках кобальта, никеля и лития.

Ключевые слова: экологически чистая энергетика, инвестиции, мировой рынок, кобальт, никель, литий.

CLEAN ENERGY AND MARKETS FOR CRITICALLY IMPORTANT MINERALS

Research article

Efremova M.P.^{1,*}, Efremov N.A.², Muzhzhavleva T.V.³, Arkhipova V.A.⁴

¹ ORCID : 0009-0007-1826-7028;

² ORCID : 0009-0004-5719-7147;

³ ORCID : 0000-0002-2948-7225;

⁴ ORCID : 0000-0002-4171-8065;

^{1, 2, 3, 4} Chuvash State University, Cheboksary, Russian Federation

* Corresponding author (mp.cherdakova[at]yandex.ru)

Abstract

The global environmental challenges that most countries are currently facing are forcing them to reconsider the direction of development of the world and national economies, focusing on their "ecologization". The introduction of clean technologies is gradually being implemented in various sectors, among which the most successful is the energy sector.

This article outlines the main directions of clean energy development based on renewable energy sources. The practice of leading countries in the field of clean energy is studied. It is shown that the development of clean energy creates prerequisites for the development of rare earth metals markets – a resource component of environmentally friendly industries and production. The state and tendencies in the world markets of cobalt, nickel and lithium are analysed.

Keywords: clean energy, investments, global market, cobalt, nickel, lithium.

Введение

В условиях нарастающих глобальных климатических вызовов для достижения целей устойчивого развития мировое сообщество стремится развивать экономику по «зеленому» курсу. Наиболее успешно внедрение «зеленых» принципов осуществляется в энергетике, создавая дополнительный импульс для ее развития и внося существенные изменения в сложившуюся систему отношений.

Чистая энергетика, основанная преимущественно на развитии возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ), ООН рассматривается в качестве перспективного направления развития мировой экономики (Рис. 2), что повышает инвестиционную привлекательность данной сферы деятельности. По данным Международного энергетического агентства (далее – МЭА), в 2023 году инвестиции в чистую энергетику почти в 2 раза превысили инвестиции в традиционную энергетику [3].

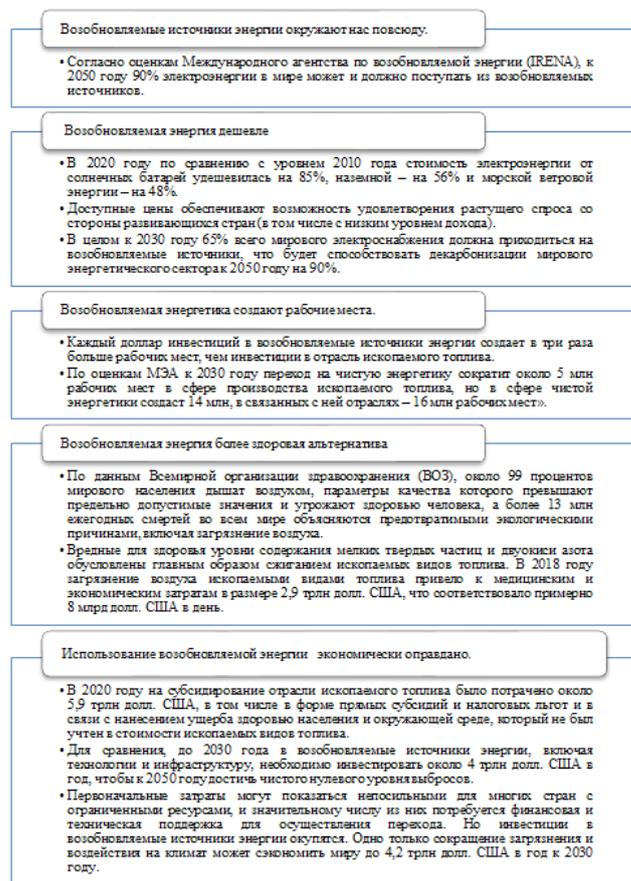


Рисунок 1 - Позиция ООН по вопросу развития чистой энергетики

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.1>*Примечание: по источнику [2]***Методы и принципы исследования**

В ходе исследования были проанализированы данные современного состояния и выявлены тенденции развития мировых рынков редкоземельных металлов через призму реализации странами мира политики перехода на экологически чистую энергетику. На основе изучения статистических данных, материалов, представленных на официальных сайтах организаций, обзора научной литературы раскрыты тенденции в развитии мировых рынков никеля, кобальта, лития. Для достижения поставленной цели были использованы следующие методы: синтез, анализ, сравнение, обобщение.

Основные результаты

Ориентация стран на «экологизацию» экономик вносит существенные коррективы в сложившуюся систему мировой экономики. Из всех возможных отраслей наиболее успешно «чистые технологии» внедряются в энергетике, привлекая в данный сектор все больше глобальных инвестиций (Рис. 2).

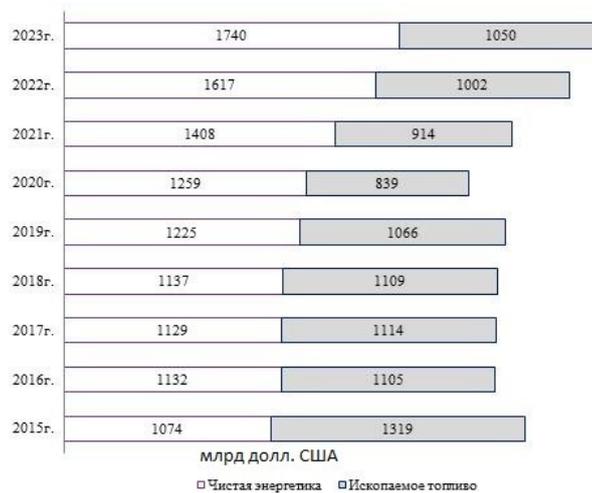


Рисунок 2 - Глобальные инвестиции в чистую энергетику и ископаемое топливо в 2015-2023 гг.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.2>

Примечание: по источнику [18]

В 2023 году мировые инвестиции в чистую энергетику выросли до 200 млрд долл. США, за год увеличившись более чем на 70%. Преимущественно они направлены на развитие ключевых технологий в области экологически чистой энергетики – в производство солнечных батарей, ветрогенераторов, аккумуляторных батарей и тепловых насосов. Расходы на производство фотоэлектрических модулей в 2023 году выросли более чем в два раза [19], солнечная энергетика привлекла 380 млрд долл. США, в то время как добыча нефти 370 млрд долл. США. «В 2022 году инвестиции в новые мощности на экологичном топливе составили 74% от общего объема инвестиций в новые генерирующие мощности (Рис. 3). По прогнозам МЭА данная тенденция продолжит свое развитие и суммы вложений в чистую энергетику к 2030 г. удвоятся» [13], «в ВИЭ рост инвестиций составит 24%, а в ископаемые источники энергии – 15%» [16].

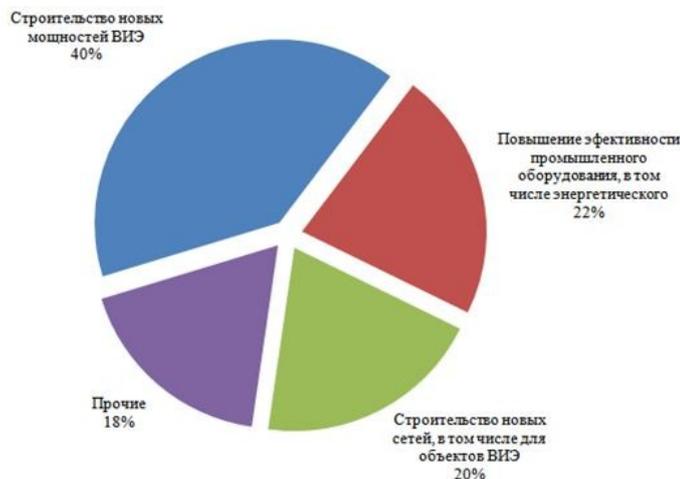


Рисунок 3 - Структура инвестиций в чистую энергетику в 2022 году
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.3>

Развитие чистой энергетики осуществляется по нескольким направлениям, среди которых наибольшая доля приходится на возобновляемую энергию (Рис. 4). По оценке МЭА, из общей суммы инвестиций в энергетику (около 2,8 трлн. долл. США) «более 60% приходится на чистую энергетику, включая возобновляемую, атомную энергетику, энергосистемы, хранилища, топливо с низким уровнем выбросов, повышение эффективности, возобновляемые источники энергии для конечного использования и электрификацию, остальная часть – на снабжение ископаемым топливом, электроэнергией, из которых около 15% приходится на уголь, а остальная часть на нефть и газ» [17].

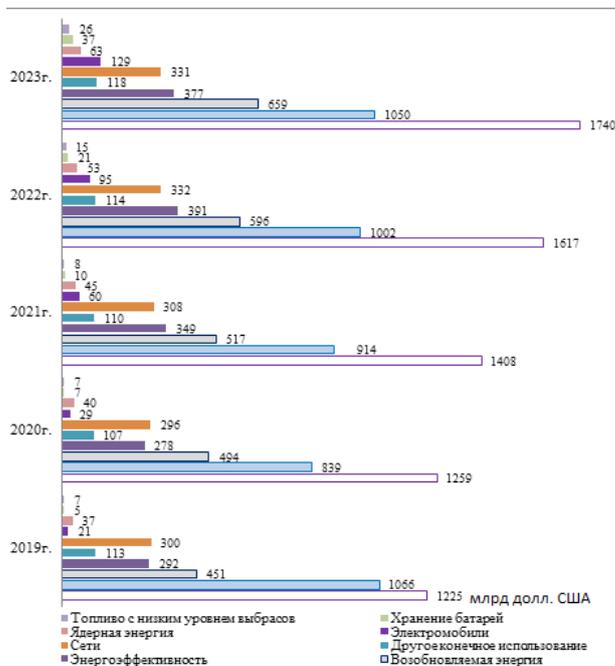


Рисунок 4 - Основные направления развития чистой энергетики
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.4>

Примечание: по источнику [17]

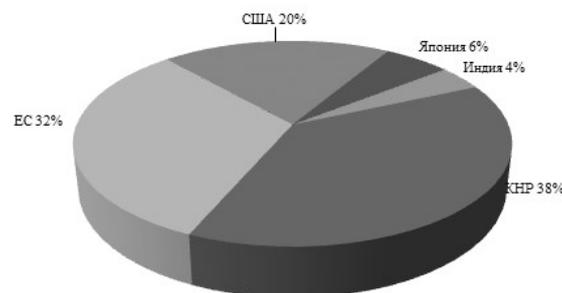


Рисунок 5 - Страны-лидеры по увеличению ежегодных инвестиций в чистую энергетику в 2019–2023 гг.
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.5>

Примечание: по источнику [14]

В страновом разрезе наблюдается следующая картина: до 90% прироста ежегодных инвестиций в чистую энергетику обеспечивают развитые страны и КНР (Рис. 5). Активно инвестируют в развитие солнечной энергетики Индия, Бразилия, ведущие страны Ближнего Востока (Саудовская Аравия, Объединенные Арабские Эмираты и Оман).

Наблюдающийся рост интереса стран к чистой энергетике изменила и продолжит изменять ситуацию на мировом энергетическом рынке. Так, по мнению МЭА, к 2030 г. спрос на металлы, используемые в зеленой энергетике продемонстрирует рост более чем на 50%. Речь прежде всего идет о редкоземельных металлах, таких как никель, литий, кобальт, которые могут применяться в различных сферах деятельности: медицине, металлургии, химической, авиационной и автомобильной промышленности, атомной энергетике и других. На сегодняшний день рост спроса на эти металлы наблюдается в связи с активным развитием ВИЭ, экологических производств (производство литий ионных аккумуляторов, электромобилей и др.).



Рисунок 6 - Основные характеристики мирового рынка никеля
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.6>

Рассмотрим современные тенденции на мировых рынках редкоземельных металлов (Рис. 6). Отметим, что данные рынки в силу их перспективности привлекательны для инвесторов. Объем данного рынка в 2022 году достиг 320 млрд. долл. США, что вдвое больше, чем за последние пять лет, а стартапы сектора критически важных минералов привлекли рекордные 1,6 млрд долл. США. При этом страны активно финансируют разработку и добычу редкоземельных металлов. В мировом масштабе в 2022 году рост капитальных затрат на разведку лития составил 90%. Канада и Австралия продемонстрировали рост данного показателя более чем на 40%. Активными участниками данных процессов выступают корпорации разных стран. К примеру, компании КНР увеличивают вложения в добычу лития и меди по всему миру. Китайская GEM Co Ltd, производитель аккумуляторов и материалов для переработки, планирует осуществить совместные инвестиции (500 млн долл. США) в строительство никелевого проекта в Индонезии. В результате в год будет произведено 20 тыс. тонн никелевого полуфабриката [4].

В связи с нарастающим интересом к данным видам металлов рассмотрим на мировых рынках основных редкоземельных металлов.

Основные характеристики мирового рынка никеля представлены на рисунке 7. На данный момент в мире разработку и добычу этого металла осуществляют 25 стран, лидерство сохраняет Индонезия. Динамично данный рынок развивается в Центральной Азии.



Рисунок 7 - Основные характеристики мирового рынка никеля

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.7>

Примечание: по источнику [8]

Никель на мировом рынке представлен дорогим высокосортным (используется преимущественно для производства аккумуляторов для электромобилей и мобильных электронных устройств) и дешевым низкосортным металлом (сырье для производства нержавеющей стали). Благодаря преимущественному использованию никеля в производстве нержавеющей стали наблюдается высокий спрос на низкосортный металл (60% от общего объема потребления). В 2022 году 58,9% мирового объема производства нержавеющей стали было сосредоточено в КНР [11]. В 2023 году рынок низкосортного никеля был профицитный (9% мирового потребления) по причине существенного наращивания объемов производства чернового ферроникеля в Индонезии (на 17% г/г) [1].

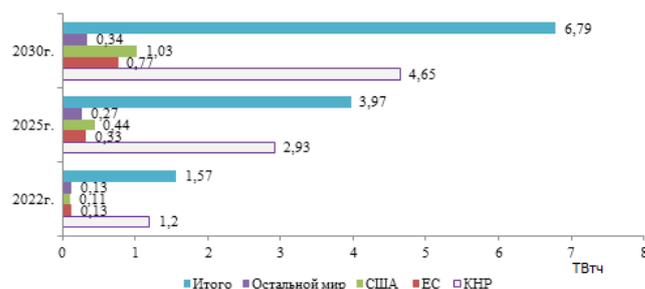


Рисунок 8 - Производственные мощности литий-ионных аккумуляторов
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.8>

Примечание: по источнику [5]

В мире продолжают наращиваться производственные мощности литий-ионных аккумуляторов. Согласно прогнозам, в период с 2022 по 2030 год мировой спрос на литий-ионные батареи вырастет почти в семь раз в основном благодаря значительному наращиванию объемов производства электромобилей (до около 257 млрд долл. США к 2030 году) (Рис. 8) [5].

Страна-лидер по производству аккумуляторов - КНР (в 2023 году - около 80% мирового производства). По данным за истекший год КНР по емкости литий-ионных батарей в стране превосходила более чем в 10 раз ближайшего конкурента – США. К 2030 году КНР будет обеспечивать около 68% мирового объема литий-ионных батарей, а доля производителей стран ЕС достигнет 11% [15]. В динамике к 2025 году КНР сохранит лидерство с долей 46,4%, в 2030 году с долей 68,4%. В мире за 2022-2030гг. производственные мощности будут увеличены более чем в 4 раза и в этот рост наряду с КНР весомый вклад внесет США (нарастив производство почти в 4 раза).

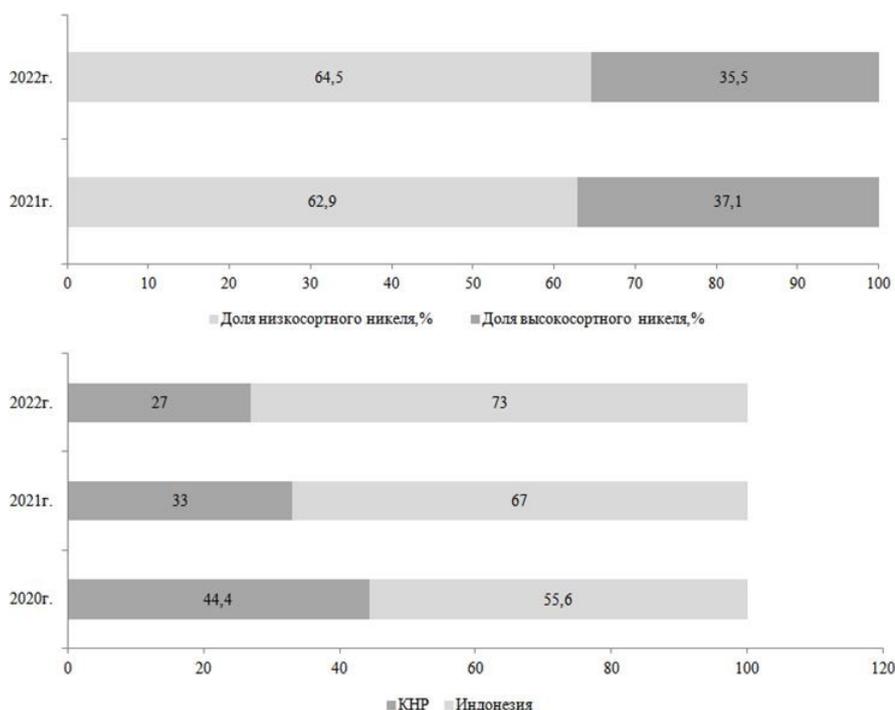


Рисунок 9 - Мировой рынок никеля
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.9>

Удовлетворение растущего спроса на никель будет возможно благодаря росту объемов производства металла в 29 раз от уровня 2020 года к 2040 году (до 2,6 мегатонн) [12].

Благодаря развитию технологий, применяемых в производстве электромоторов, в мире к 2025г. доля автомобилей с электродвигателями составит до 10% рынка. На сегодняшний день КНР является лидером среди стран-производителей стали, электромобилей (полностью электрифицированных транспортных средств (BEV) и гибридов (PHEV)), основным потребителем никеля. Доля ее в производстве ключевых редкоземельных металлов достигает 85-90%.

Основные характеристики рынка лития – сырьё для многих производств представлены на рисунке 10. «В целом по миру к 2021 году объем добычи лития в три раза превысил уровень добычи середины прошедшего десятилетия.

Рынок потребителей лития стал более диверсифицированным, а сфера добычи и производства основных материалов на его основе продолжает оставаться высоко концентрированной. В странах «литиевого треугольника» в Южной Америке (Чили, Боливии и Аргентины) сосредоточено около 54% его мировых запасов. Более половины объема добывается в Австралии, четверть – в Чили, 15% – в Китае, 5-6% – в Аргентине.



Рисунок 10 - Основные характеристики мирового рынка лития
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.10>

Примечание: по источнику [15]

Отмечается высокая концентрация на мировых рынках аффинажа лития и произведенных на ее основе товарных субпродуктов. Около 60% от их мирового объема обеспечивает Китай (в том числе ~80% по гидроксиду лития), более 25% – Чили, порядка 10% – Аргентина. В мире поставками природного лития со своих производственных баз осуществляют 9 добывающих предприятий: четыре находятся в Австралии, три в Китае и две в Аргентине и Чили. Это, в свою очередь, создает возможности контроля рынка ведущими корпорациями данных стран (около 2/3 поставок): Albemarle (США) – около четверти рынка; Tianqi Lithium (Китай) и SQM (Чили) – более 1/10 каждая; Mineral Resources (Австралия) и Allkem (Аргентина) – по 6–8%.

Благодаря активной геологоразведывательной деятельности прирост мировой добычи лития опережает прироста ее запасов. В истекшем десятилетии добыча возросла в 2,5 раза, а запасы увеличились менее чем на 1/3. Странами-лидерами по запасам лития являются Чили (45% мирового объема), Австралия (28%), Аргентина (11%). Существенный ресурсный потенциал у Боливии, Конго, Канады.

Основные потребители лития – страны Азиатско-Тихоокеанского региона (Китай, Южная Корея и Япония), а наиболее быстрорастущий рынок – Европа (Рис. 12).

Литий, исходя из типа (металл, компаунд и сплав), применим в различных областях, однако на сегодняшний день он в основном востребован в производстве аккумуляторов (23% общего объема), батарей для электротранспорта и энергетике. По оценке МЭА, к 2040 году до 90% спроса на литий будут формировать производители аккумуляторов. Для достижения целей устойчивого развития страны будут увеличивать потребление лития: за ближайшие 10 лет в 5 раз, а за 20 лет – в 12 раз. Продолжение развития глобальной экономики по текущему сценарию приведет к росту спроса на этот металл в течение 10 лет в 2,5 раза, а на протяжении 20 лет – в 4,5 раза» [15].

Основные характеристика мирового рынка кобальта представлен на рисунке 11. Лидером по производству является Конго с долей 73% рынка. Далее следует Индонезия, которая за счет наращивания объемов добычи в 10 раз, занимает 5% мирового объема. На следующие за ними Австралию, Филиппины и Кубу приходится по 3% [7].

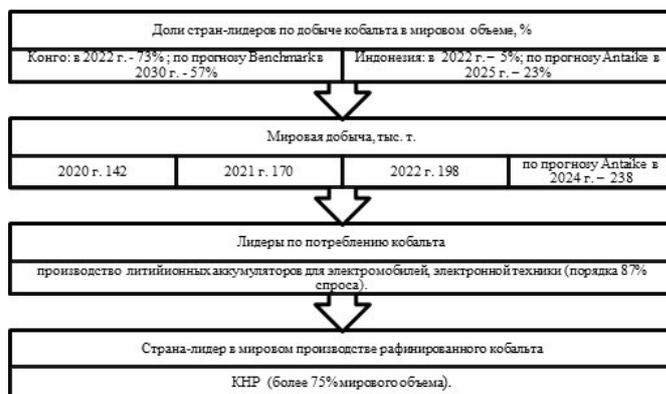


Рисунок 11 - Основные характеристики мирового рынка кобальта
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.34.11>

Во многих отраслях экономики кобальт используется в рафинированной форме, основные объемы которой на мировые рынки поставляет КНР. При этом сырье для производства данное государство закупает в Конго (более 75% мирового объема). Одновременно КНР выступает лидером по потреблению кобальта, большая часть объема которого используется в производстве электромобилей (почти 40% от общего спроса), «литий-ионных аккумуляторов для электромобилей, электронной и коммуникационной техники (порядка 87% объема). Прогнозируется, что к концу десятилетия на сектор электромобилей будет приходиться 89% спроса» [7], [10]. По прогнозам Benchmark Mineral Intelligence, среднегодовой рост спроса на кобальт составит в среднем 10%, а к 2030 году спрос удвоится. Конго за счет наращивания объема производства на две трети сохранит свое лидерство, но при этом ее доля на мировом рынке сократится с 73% в 2022 году до 57% к 2030 году. Активную роль продолжит играть Индонезия. По данным агентства, с 2022 по 2030 год она планирует нарастить предложение в 10 раз, тем самым обеспечив 37% потенциального роста добычи.

Заключение

На сегодняшний день энергетика – отрасль, динамично преобразовывающаяся под новые вызовы и вносящая коррективы в развитие мировых рынков редкоземельных металлов. Внедрение экологически чистых технологий, в частности, возобновляемых источников энергии, может послужить драйвером динамичного развития высокотехнологичных отраслей (например, электромобилей, альтернативной энергетики и др), модернизации мировой экономики и источником формирования экологически чистой энергетики. Многие страны развиваются по «зеленому» сценарию, так как понимают, что «экологические» технологии имеют решающее и стратегически важное значение для развития мирового сообщества.

Развитие чистой энергетики придает темпы для развития рынков редкоземельных металлов, приводит к существенным изменениям в ее структуре и продолжит вносить коррективы в будущем. Поэтому интерес у научного сообщества с точки зрения отслеживания этих тенденций и прогнозирования возможных сценариев дальнейшего развития будет нарастать.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. В 2024 году ожидается рост потребления никеля // Сайт Финам. — 2024 — URL: <https://www.finam.ru/publications/item/v-2024-godu-ozhidaetsya-rost-potrebleniya-nikelya-20240218-1500/> (дата обращения: 04.04.2024)
2. Возобновляемая энергия – обеспечение более безопасного будущего // Сайт ООН. — 2024 — URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/raising-ambition/renewable-energy> (дата обращения: 05.03.2024)
3. Савенкова Д. Инвестиции в солнечную энергетику впервые обгонят вложения в добычу нефти / Д. Савенкова // Сайт Ведомости. — 2023 — URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2023/05/25/976927-investitsii-obgonyat-vlozheniya> (дата обращения: 14.03.2024)
4. Китайская компания GEM построит никелевый проект в Индонезии стоимостью 500 миллионов долларов // Сайт Компания MarketCheese. — 2023 — URL: <https://mcheese.ru/news/nickel/TmpZeU1n-kitajskaya-kompaniya-gem-postroit-nikelevyj-proekt-v-indonezii-stoimostyu-500-millionov-dollarov> (дата обращения: 04.04.2024)

5. Литий-ионные аккумуляторы: обзор рынка // Сайт Marketpublishers. — 2023 — URL: <https://marketpublishers.ru/lists/12419/news.html> (дата обращения: 14.02.2024)
6. Инвестиции в чистую энергетику выросли более чем на половину // LENTA.RU. — 2024 — URL: <https://lenta.ru/news/2024/05/13/investitsii-v-chistuyu-energetiku-vyrosli-bolee-chem-na-polovinu/> (дата обращения: 21.02.2024)
7. Мировой рынок в 2022 г. преодолел дефицит кобальта // Сайт Металлоснабжение и сбыт. — 2023 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/146355> (дата обращения: 22.03.2024)
8. Мировой рынок сырья: никель // Сайт Газпромбанк Инвестиции. — 2023 — URL: <https://gazprombank.inv/blog/economics/market-nickel> (дата обращения: 06.03.2024)
9. МЭА: спрос на литий, кобальт и никель подскочил из-за развития «чистых» технологий // Сайт Коммерсантъ. — 2023 — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6097474> (дата обращения: 19.03.2024)
10. На мировом рынке кобальта увеличится избыток предложения // Сайт Металлоснабжение и сбыт. — 2023 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/154722> (дата обращения: 29.02.2024)
11. Cobalt Market Report 2022. — 2023 — URL: https://www.cobaltinstitute.org/wp-content/uploads/2023/05/Cobalt-Market-Report-2022_final-1.pdf (accessed: 05.04.2024)
12. Почему никель стал «зеленым» металлом будущего? // Сайт Металлоснабжение и сбыт. — 2021 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/125129> (дата обращения: 25.01.2024)
13. Прокофьев В.А. Глобальные тренды развития мировой альтернативной энергетики / В.А. Прокофьев // Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. — 2023. — №4. — URL: <https://eee-region.ru/article/7648/> (дата обращения: 05.04.2024)
14. Развитие ВИЭ в России: чем полезен опыт Китая // SBS Consulting. — 2023 — URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/07b/7mqn9tq932vk74zg9l83uq7vv3iabtf.pdf> (дата обращения: 26.02.2024)
15. Шульга Ингард Рынок лития / Ингард Шульга // Сайт Атомный эксперт. — 2022 — URL: https://atomicexpert.com/lithium_market (дата обращения: 25.02.2024)
16. Григорьев С. Солнечная энергетика обгоняет добычу нефти по инвестициям / С. Григорьев // Сайт Независимая газета. — 2023 — URL: https://www.ng.ru/energy/2023-06-19/11_8751_investments.html (дата обращения: 21.03.2024)
17. Critical Minerals Market Review 2023. — 2023 — URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/afc35261-41b2-47d4-86d6-d5d77fc259be/CriticalMineralsMarketReview2023.pdf> (accessed: 20.03.2024)
18. World energy investment 2023. — 2023 — URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf> (accessed: 23.02.2024)

Список литературы на английском языке / References in English

1. V 2024 godu ozhidaetsja rost potreblenija nikelja [In 2024, nickel consumption is expected to increase] // Finam website. — 2024 — URL: <https://www.finam.ru/publications/item/v-2024-godu-ozhidaetsya-rost-potrebleniya-nikelya-20240218-1500/> (accessed: 04.04.2024) [in Russian]
2. Vozobnovljaemaja energija – obespechenie bolee bezopasnogo buduschego [Renewable energy – ensuring a safer future] // UN website. — 2024 — URL: <https://www.un.org/ru/climatechange/raising-ambition/renewable-energy> (accessed: 05.03.2024) [in Russian]
3. Savenkova D. Investitsii v solnechnuju energetiku v pervye obgonjat vložhenija v dobychu nefi [Investments in solar energy will overtake investments in oil production for the first time] / D. Savenkova // Vedomosti website. — 2023 — URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2023/05/25/976927-investitsii-obgonyat-vložheniya> (accessed: 14.03.2024) [in Russian]
4. Kitajskaja kompanija GEM postroit nikel'nyj proekt v Indonezii stoimost'ju 500 millionov dollarov [Chinese company GEM will build a nickel project in Indonesia worth \$500 million] // Website Company MarketCheese. — 2023 — URL: <https://mcheese.ru/news/nickel/TmpZeU1n-kitajskaya-kompaniya-gem-postroit-nikel'nyj-proekt-v-indonezii-stoimostyu-500-millionov-dollarov> (accessed: 04.04.2024) [in Russian]
5. Litij-ionnye akkumuljatory: obzor rynka [Lithium-ion batteries: market overview] // Marketpublishers website. — 2023 — URL: <https://marketpublishers.ru/lists/12419/news.html> (accessed: 14.02.2024) [in Russian]
6. Investitsii v chistuju energetiku vyrosli bolee chem na polovinu [Investments in clean energy increased by more than half] // LENTA.RU. — 2024 — URL: <https://lenta.ru/news/2024/05/13/investitsii-v-chistuyu-energetiku-vyrosli-bolee-chem-na-polovinu/> (accessed: 21.02.2024) [in Russian]
7. Mirovoj rynek v 2022 g. preodolel defitsit kopal'ta [The world market overcame the cobalt deficit in 2022] // Website Metal supply and sales. — 2023 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/146355> (accessed: 22.03.2024) [in Russian]
8. Mirovoj rynek syr'ja: nikel' [World market of raw materials: nickel] // Gazprombank Investments website. — 2023 — URL: <https://gazprombank.inv/blog/economics/market-nickel> (accessed: 06.03.2024) [in Russian]
9. MEA: spros na litij, kopal't i nikel' podskochil iz-za razvitija «chistyh» tehnologij [IEA: demand for lithium, cobalt and nickel has jumped due to the development of “clean” technologies] // Kommersant website. — 2023 — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/6097474> (accessed: 19.03.2024) [in Russian]
10. Na mirovom rynke kopal'ta uvelichitsja izbytok predlozhenija [The excess supply will increase on the world cobalt market's] // Website Metal supply and sales. — 2023 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/154722> (accessed: 29.02.2024) [in Russian]
11. Cobalt Market Report 2022. — 2023 — URL: https://www.cobaltinstitute.org/wp-content/uploads/2023/05/Cobalt-Market-Report-2022_final-1.pdf (accessed: 05.04.2024)

12. Pochemu nikel' stal «zelenym» metallom buduschego? [Why has nickel become the “green” metal of the future?] // Website Metal supply and sales. — 2021 — URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/125129> (accessed: 25.01.2024) [in Russian]
13. Prokof'ev V.A. Global'nye trendy razvitija mirovoj al'ternativnoj energetiki [Global trends in the development of world alternative energy] / V.A. Prokof'ev // Regional economy and management: electronic scientific journal. — 2023. — №4. — URL: <https://eee-region.ru/article/7648/> (accessed: 05.04.2024) [in Russian]
14. Razvitie VIE v Rossii: chem polezen opyt Kitaja [Development of renewable energy sources in Russia: how is the experience of China useful] // SBS Consulting. — 2023 — URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/07b/7mqn9tq932vk74zg9l83uq7vv3iabtf.pdf> (accessed: 26.02.2024) [in Russian]
15. Shul'ga Ingard Rynok litija [Lithium market] / Ingard Shul'ga // Atomic expert website. — 2022 — URL: https://atomicexpert.com/lithium_market (accessed: 25.02.2024) [in Russian]
16. Grigor'ev S. Solnechnaja energetika obgonjaet dobychu nefti po investitsijam [Solar energy is ahead of oil production in terms of investment] / S. Grigor'ev // Nezavisimaya Gazeta website. — 2023 — URL: https://www.ng.ru/energy/2023-06-19/11_8751_investments.html (accessed: 21.03.2024) [in Russian]
17. Critical Minerals Market Review 2023. — 2023 — URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/afc35261-41b2-47d4-86d6-d5d77fc259be/CriticalMineralsMarketReview2023.pdf> (accessed: 20.03.2024)
18. World energy investment 2023. — 2023 — URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/8834d3af-af60-4df0-9643-72e2684f7221/WorldEnergyInvestment2023.pdf> (accessed: 23.02.2024)