

Запасы и добыча редкоземельных металлов и элементов — ключевой фактор развития возобновляемой энергетики на современном этапе трансформации мировой экономики

Мингалеева Рената Дмитриевна

Соискатель, ст. преп. каф. термодинамики и тепловых двигателей

ORCID: 0000-0003-4070-9893, e-mail: mingaleeva.r@gubkin.ru

Российский государственный университет нефти и газа

(национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г. Москва, Россия

Аннотация

Использование возобновляемых источников энергии, которые переживают период стремительного развития, является одним из этапов текущего энергетического перехода, так как мировое сообщество стремится к обеспечению будущего с нулевыми выбросами CO₂, достижению энергетической независимости и безопасности. При этом для производства широкого спектра продукции для сектора возобновляемой энергии, а также для развития систем накопления и хранения энергии необходимо использование на производстве редкоземельных металлов и элементов. Результаты проведенного анализа данных по запасам, добыче и по рассчитанным значениям коэффициента обеспеченности ресурсами редкоземельных металлов и элементов показали, что при существующем уровне добычи разведанных запасов кобальта хватит на ≈ 50 лет, лития — на ≈ 200 лет, редкоземельных элементов — на ≈ 450 лет, что приводит к ограничению скорости глобального перехода на возобновляемые источники энергии и к поиску новых технических решений.

Ключевые слова

Энергетический переход, мировая экономика, мировая энергетика, запасы, добыча, редкоземельные металлы, элементы, кобальт, литий, возобновляемые источники энергии

Для цитирования: Мингалеева Р.Д. Запасы и добыча редкоземельных металлов и элементов — ключевой фактор развития возобновляемой энергетики на современном этапе трансформации мировой экономики // Вестник университета. 2023. № 5. С. 37–45.



Reserves and extraction of rare earth metals and elements as a key factor in the renewable energy sector development at the the world economy transformation current stage

Renata D. Mingaleeva

Applicant, Senior Lecturer at the Department of Thermodynamics and Heat Engines
ORCID: 0000-0003-4070-9893, e-mail: mingaleeva.r@gubkin.ru

National University of Oil and Gas Gubkin University, Moscow, Russia

Abstract

The use of renewable energy sources, which are experiencing a period of rapid development, is one of the stages of the current energy transition, as the world community tries to ensure a future with zero CO₂ emissions and to achieve energy independence and security. At the same time, for output of the wide range of products for the renewable energy sector, as well as for the development of energy depot systems, it is necessary to use rare earth elements and metals in production. The results of the analysis of data on reserves, production and calculated values of the resource availability coefficient of rare earth elements and metals shows that at the existing level of production, the proven reserves of cobalt will last for ≈ 50 years, lithium – for ≈ 200 years and rare earth elements – for ≈ 450 years, respectively, which leads to a limitation of the global transition speed to renewable energy sources and makes it necessary to look for new technical solutions.

Keywords

Energy transition, world economy, world energy, reserves, extraction, rare earth metals, elements, cobalt, lithium, renewable energy sources

For citation: Mingaleeva R.D. (2023) Reserves and extraction of rare earth metals and elements as a key factor in the renewable energy sector development at the the world economy transformation current stage. *Vestnik universiteta*, no. 5, pp. 37–45.



ВВЕДЕНИЕ

Основной тенденцией усовершенствования глобальной энергетики в условиях энергетического перехода на современном этапе является изменение модели энергопотребления с опережающим ростом доли экологически чистых видов топлива и энергии. Исследования показывают, что развитие мировой экономики и энергетики будет связано с вовлечением в энергобаланс всех доступных видов энергии с постепенным замещением неэффективных и экологически грязных видов органического топлива технически доступными, высокоэффективными и экологически чистыми видами топлива и энергии, в том числе в виде широкого применения «гибридных» технологий с целью устойчивого развития систем энергообеспечения [1]. Ключевыми аспектами при этом являются борьба с глобальным изменением климата за счёт сокращения выбросов углекислого газа в атмосферу, постепенный переход к безуглеродной экономике, удовлетворение потребностей в энергии в мире без ущерба для экосистемы [2; 3].

На данный момент мировая энергетика в большей степени зависит от органического топлива (природный газ, нефть и уголь), доля которого в мировом энергобалансе составляет более 84 %. В настоящее время органическое топливо является самым доступным, распространенным и эффективным видом топлива, поэтому не существует других источников энергии, которые могли бы конкурировать с ним, что связано, прежде всего, с тем, что последние два столетия практически вся энергетическая инфраструктура, создававшаяся в мире, была ориентирована именно на органическое топливо [4; 5].

Несмотря на то, что на сегодняшний момент в глобальной энергетике доминирует тепловая энергия (органическое топливо и атомная энергетика – 88,5 % от мирового энергопотребления), в последние 20 лет сформировалась устойчивая тенденция потребления энергии из возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ), что, прежде всего, является следствием существенных инвестиций в производство единицы энергии из возобновляемых источников [6].

За последние 40 лет потребление энергии из ВИЭ в мире выросло более чем в 48 раз. А доля ВИЭ (гидроэнергетика, солнечная энергетика и ветроэнергетика) в мировом энергобалансе увеличилась на 5 % [4]. Таким образом, наиболее быстрыми темпами в мировом энергобалансе возросло потребление энергии из ВИЭ.

Развитие технологий возобновляемой энергетики является одним из основных направлений трансформации мирового энергетического рынка. При этом быстрыми темпами происходит развитие рынка энергетических технологий как нового этапа развития энергетики [7]. За счет ВИЭ происходит выработка электроэнергии из безуглеродных источников, повышение энергетической безопасности и появляется независимость от импорта энергоресурсов для стран-импортеров. Обращение к ВИЭ приводит к снижению потребления углеводородов на внутреннем рынке и использованию их для экспорта для стран-экспортеров, повышается энергоэффективность и надежность энергообеспечения потребителей, находящихся в удаленных децентрализованных регионах.

Производство широкого спектра продукции для сектора возобновляемой энергетики, включая ветрогенераторы, солнечные панели, аккумуляторы для электромобилей и др., было бы невозможно без использования на производстве редкоземельных металлов, что напрямую взаимосвязано с развитием возобновляемой энергетики и конкуренцией в этом секторе.

ЗАПАСЫ И ДОБЫЧА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В РОССИИ И ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ

К редкоземельным относится группа из 17 элементов, включающая: скандий (Sc), иттрий (Y), лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), прометий (Pm), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), диспрозий (Dy), гольмий (Ho), эрбий (Er), тулий (Tm), иттербий (Yb), лютеций (Lu). Редкоземельные элементы используют в приборостроении, радиоэлектронике, машиностроении, атомной технике, химической промышленности, в металлургии и других различных отраслях. На основе Nd, Y, Sm, Er, Eu с Fe-B (боридом железа) получают сплавы с высокой намагничивающей и коэрцитивной силой для создания постоянных магнитов, используемых, в частности, в ветрогенераторах и двигателях электромобилей [8]. Основные потребители редкоземельных металлов в России – предприятия, входящие в структуру «Ростеха»: холдинг «Росэлектроника», АО «ОДК», холдинг «Швабе» и др. [9].

Запасы, добыча и рассчитанные значения коэффициента обеспеченности существующего уровня добычи редкоземельных металлов ресурсами – Reserves-to-Production ratio (далее – R-P-R) в мире в 2020 г. показаны в табл. 1.

Россия занимает 3 место в мире по запасам редкоземельных металлов, занимая долю в 16,6 % в мировых запасах и отставая по запасам только от Китая (далее – КНР) и Бразилии. Уровень добычи редкоземельных металлов в России в 2020 г. составил около 1 % от общемирового уровня. При этом Россия находится на 6 месте в мире, уступая КНР, Австралии, США, Мадагаскару и Индии. А по показателю ресурсообеспеченности текущего уровня добычи запасами (R-P-R) – Россия находится на 2 месте в мире после Бразилии.

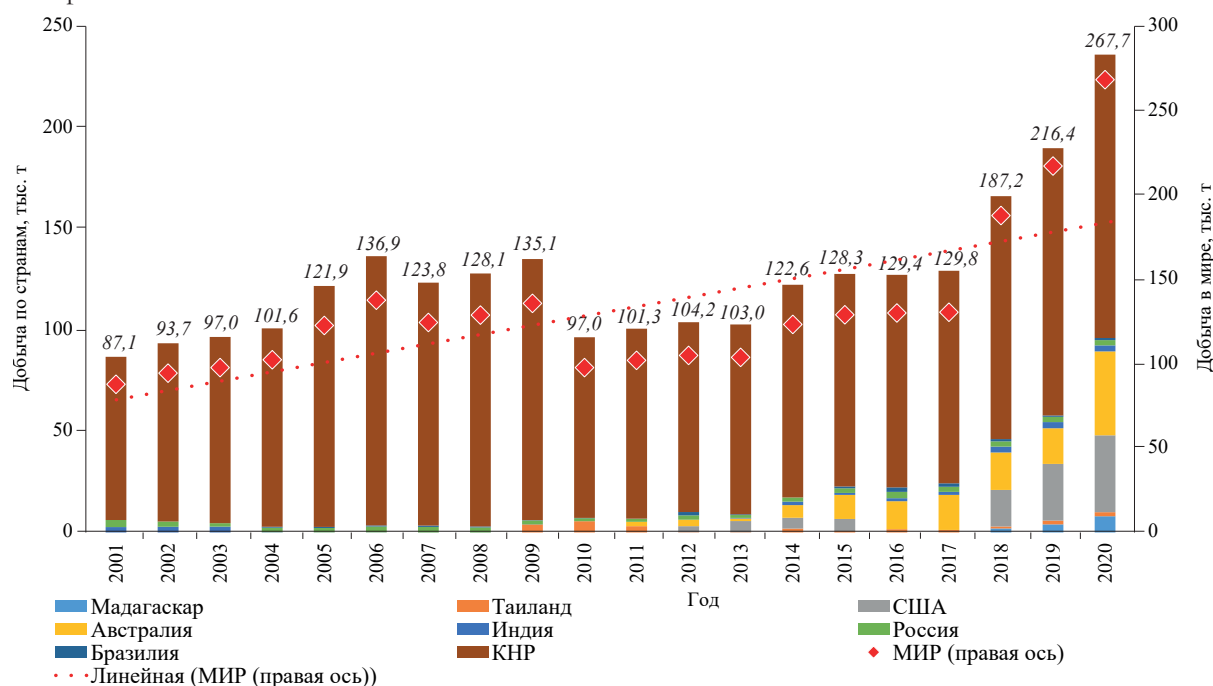
Таблица 1

Запасы, добыча редкоземельных металлов в мире и значение коэффициента R-P-R в 2020 г.

Страна	Добыча, тыс. т	Запасы, млн т	R-P-R, лет добычи
Мадагаскар	8,0	–	–
Таиланд	2,0	–	–
США	38,0	1,5	39,5
Австралия	41,4	4,1	98,9
Индия	3,0	6,9	2 300,0
Россия	2,6	20,6	7 923,8
Бразилия	1,0	21,0	21 000,0
КНР	140,0	44,0	314,3
В мире	267,7	124,1	463,8

Составлено автором по материалам источника [10]

Динамика добычи редкоземельных металлов странами-лидерами в период с 2001 г. по 2020 г. показана на рис. 1.



Составлено автором по материалам источника [10]

Рис. 1. Динамика добычи редкоземельных металлов (тыс. т) в мире и по странам-лидерам на 2001–2020 гг.

Добыча редкоземельных металлов в мире выросла более чем в 3 раза (с 87,1 тыс. т в 2001 г. до 267,7 тыс. т в 2020 г.), что связано с бурным технологическим развитием, в том числе солнечной энергетики и ветроэнергетики.

Лидерами по темпам роста добычи была Австралия, нарастившая добычу с 2,2 тыс. т в 2011 г. до 41,4 тыс. т в 2020 г.; США, увеличившие добычу с 3 тыс. т в 2012 г. до 38 тыс. т в 2020 г.; КНР, расширившая масштабы добычи с 80,6 тыс. т в 2001 г. до 140 тыс. т в 2020 г. Что касается России, то уровень добычи был достаточно стабилен и колебался в пределах 1,5–3,5 тыс. т [10].

Таким образом, можно сделать вывод, что существующие на сегодняшний день запасы редкоземельных металлов в России позволяют ей занять лидирующие позиции в мире в среднесрочной перспективе.

Важным условием для распространения ВИЭ является развитие систем накопления и хранения энергии. Для их производства необходимы кобальт и литий [7].

В табл. 2 приведены данные по запасам, добыче кобальта в мире в 2020 г. и рассчитанные значения коэффициента R-P-R.

Таблица 2

Данные по запасам, добыче кобальта в мире и значение коэффициента R-P-R в 2020 г.

Страна	Добыча, тыс. т	Запасы, млн т	R-P-R, лет добычи
Марокко	1,90	0,01	7,4
Южно-Африканская Республика	1,80	0,04	22,2
Папуа Новая Гвинея	2,80	0,05	18,2
Новая Каледония	0,68	0,06	94,0
КНР	2,30	0,08	34,8
Мадагаскар	0,70	0,10	142,9
Канада	3,20	0,22	68,8
Россия	6,30	0,25	39,7
Филиппины	4,47	0,26	58,2
Замбия	4,27	0,27	63,3
Куба	4,68	0,50	106,9
Австралия	5,66	1,40	247,3
Демократическая Республика Конго	85,86	3,60	41,9
В мире	127,66	6,90	54,1

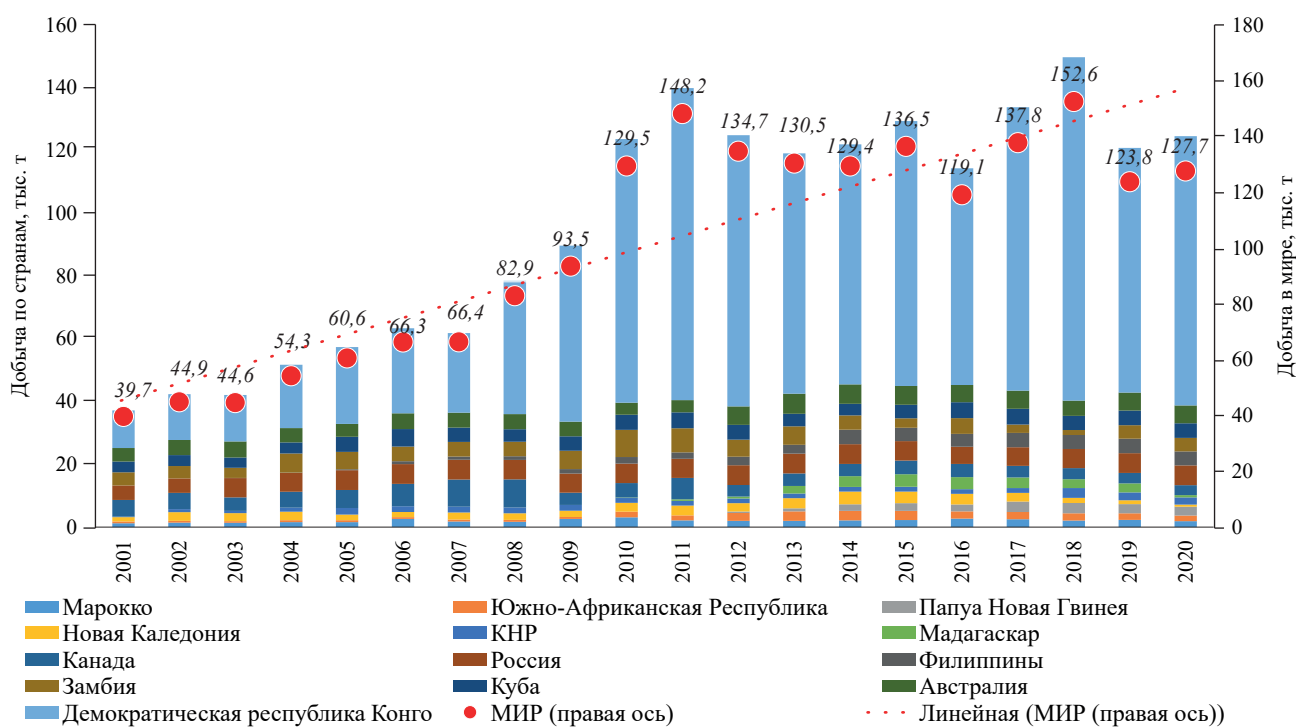
Составлено автором по материалам источника [10]

Как по запасам, так и по добыче кобальта Россия занимает 6 место в мире после Демократической Республики Конго, Австралии, Кубы, Замбии и Филиппин. Доля России по запасам кобальта в мировых запасах составляет – 3,62 %, в добыче – 4,93 %.

Динамика добычи кобальта в мире на 2001–2020 гг. приведена на рис. 2.

Добыча кобальта в мире устойчиво растет, уровень добычи кобальта в России стабилен в районе 6 тыс. т в год.

В табл. 3 приведены данные по запасам, добыче лития в 2020 г. и рассчитанные значения коэффициента R-P-R.



Составлено автором по материалам источника [10]

Рис. 2. Динамика добычи кобальта (тыс. т) в мире на 2001–2020 гг.

Таблица 3

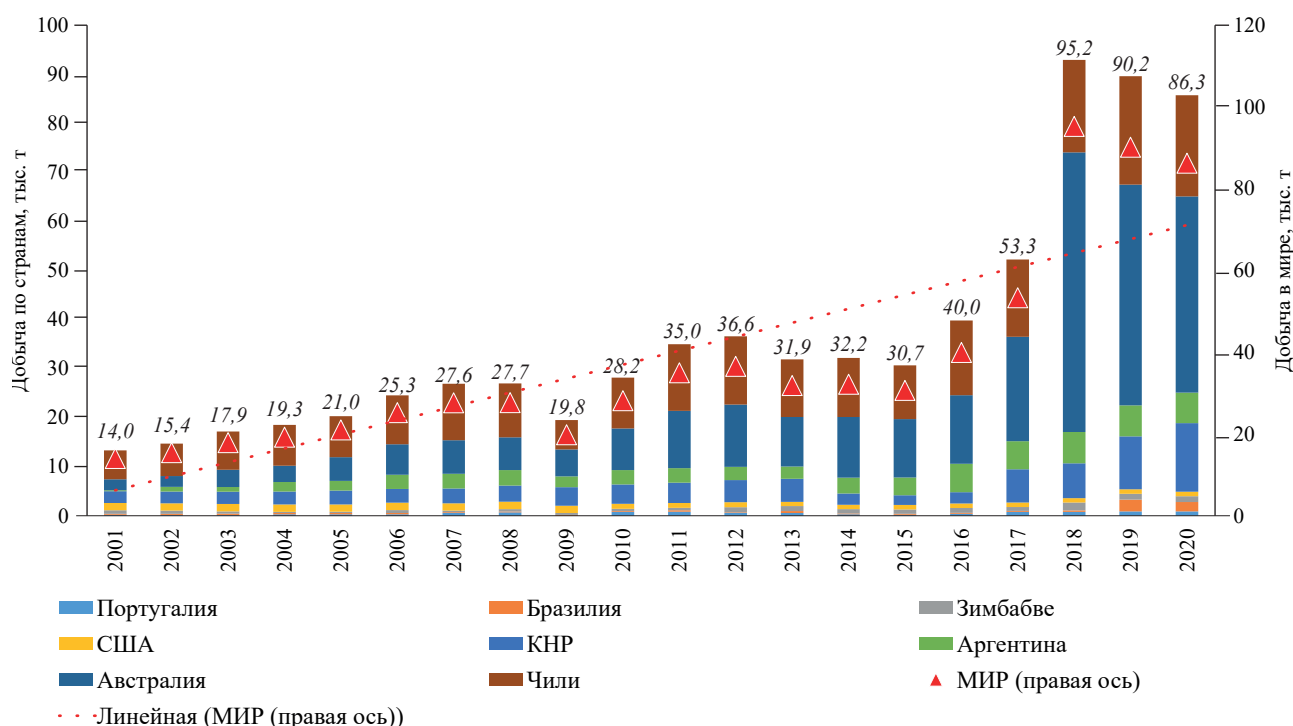
Данные по запасам, добыче лития в мире и значение коэффициента R-P-R в 2020 г.

Страна	Добыча, тыс. т	Запасы, млн т	R-P-R, лет добычи
Португалия	0,9	0,1	66,7
Бразилия	1,9	0,1	50,0
Зимбабве	1,2	0,2	183,3
США	0,9	0,8	833,3
КНР	14,0	1,5	107,1
Аргентина	6,2	1,9	306,5
Австралия	40,0	4,7	117,5
Чили	20,6	9,2	446,0
В мире	86,3	19,0	219,7

Составлено автором по материалам источника [10]

Лидерами по темпам роста добычи лития сегодня являются страны Южной Америки (Чили, Аргентина и Бразилия), а также Австралия, КНР и США. Динамика добычи лития в мире представлена на рис. 3.

В настоящий момент существенных запасов лития в России нет, при этом объем импорта составляет до 1,5 тыс. т ежегодно. Однако предпринимаются серьезные усилия, чтобы обеспечить Россию устойчивым потенциалом литийсодержащих ресурсов [11].



Составлено автором по материалам источника [10]

Рис. 3. Динамика добычи лития (тыс. т) в мире на 2001–2020 гг.

ПРОЕКТЫ ДОБЫЧИ ЛИТИЯ

Холдинг «Атомредметзолото», который входит в структуру Государственной корпорации «Росатом» (далее – ГК «Росатом»), сейчас рассматривает варианты по вложению до 50 млрд руб. в проекты добычи лития как в России (Мурманская и Иркутская области), так и в других странах. За рубежом через уранодобывающий холдинг «Uranium One» ГК «Росатом» уже несколько лет ищет варианты вхождения в литиевые проекты в Аргентине, Чили, Боливии и Нигерии – компания обладает технологией более эффективного извлечения лития из рассолов – до 70 % против существующих 30 %. В сентябре 2020 г. АО «Техснабэкспорт» сделало заявление, что цель ГК «Росатом» – с 2023 г. начать производство лития из рудного сырья, а к 2025 г. – из гидроминерального сырья (рассолы). К 2025 г. планируется занять $\approx 3,5$ % мирового рынка лития, а к 2030 г. ≈ 9 –10 %. Собственные запасы лития на 16 месторождениях оцениваются в 1–1,5 млн т (≈ 5 –7 % мировых запасов) [11].

В планах компании также состоит реализация инвестиционного проекта по размещению на территории Калининградской области на площадке Балтийской АЭС завода по производству литий-ионных аккумуляторных ячеек и систем накопления энергии, который заработает в 2026 г. Полная производственная мощность завода будет составлять не менее 3 ГВт·ч в год (общая емкость выпускаемых батарей) [12].

В апреле 2022 г. ПАО «ГМК «Норильский никель»» объявил о заключении соглашения с ГК «Росатом» о реализации совместных проектов по освоению литиевого месторождения Колмозерское в Мурманской области и дальнейшей глубокой переработке литиевого сырья. Колмозерское месторождение является крупнейшим (18,9 % запасов в России) и наиболее перспективным российским месторождением литиевых руд. В результате добычи сырья появится возможность создания первого отечественного производства литийсодержащей продукции, а также производства тяговых литий-ионных батарей. А совместный проект ускорит построение отрасли полного цикла накопителей энергии [13].

Однако, руды Колмозерского месторождения отличаются сложным составом, поэтому их переработка может оказаться крайне затратной, а проект – труднореализуемым.

Иркутская нефтяная компания (далее – ИНК) планирует начать промышленную добычу лития из литийсодержащих попутных вод Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения в 2024 г., где объем добычи составит 1000 т солей лития в год. Также ИНК и ПАО «Газпром» подписали меморандум о совместном проекте по добыче и переработке пластовых рассолов Ковыктинского газового месторождения

для получения соединений лития и других ценных компонентов. Начало добычи лития предполагается в 2024–2025 гг. [14].

В Республике Дагестан также есть месторождения лития, самые крупные из которых Южно-Сухокумское, Тарумовское и Берикейское. Прогнозный уровень добычи составляет 5000–6000 т соединений лития в год на самом большом месторождении из них – Южно-Сухокумском. На месторождениях была проведена переоценка запасов и планируется рассмотреть возможность создания производства карбоната лития. В зависимости от запасов месторождения предполагается как добыча лития на территории Республики Дагестан, так и организация в регионе производства полного цикла [15].

Стоит отметить, что на данный момент все планируемые проекты по добыче литиевого сырья находятся на стадии намерений и не могут быть реализованы в сжатые сроки, так как необходимы временные и финансовые затраты, связанные с созданием технологий по переработке литиевого сырья, проектированием и строительством будущих горнодобывающих предприятий, созданием транспортной и энергетической инфраструктуры и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время в мире наблюдается стремительное развитие сектора ВИЭ, темпы роста которого за последние пять лет превосходят газовую, угольную и атомную промышленности. При этом внедрение ВИЭ является одним из этапов текущего энергетического перехода, связанного со сменой модели энергопотребления в направлении безуглеродного развития. Быстрый рост и развитие высокотехнологичных отраслей происходит за счет редких и редкоземельных металлов. В секторе возобновляемой энергетики используется вся линейка редких и редкоземельных металлов.

Даже при существующем уровне добычи столь необходимых для развития индустрии ВИЭ разведанных запасов кобальта, лития и редкоземельных металлов хватит на ≈ 50 , ≈ 200 и ≈ 450 лет соответственно. Поэтому для глобального перехода на ВИЭ потребуются принципиально иные, чем сейчас, технические решения, и прежде всего для эффективного аккумулирования электрической энергии, что также серьезно ограничивает скорость предполагаемого перехода.

Россия обладает огромными месторождениями редких и редкоземельных металлов, сырьем в достаточном количестве и для российской промышленности, и для экспорта. Однако, в настоящий момент в России нет существенных запасов лития. Наряду с этим государственные органы прикладывают серьезные усилия, чтобы страна была обеспечена устойчивым потенциалом литийсодержащих ресурсов.

Библиографический список

1. Козеняшева М.М., Мингалеева Р.Д. Понятие «энергоперехода» на современном этапе трансформации мировой экономики. *Экономические науки*. 2022;10(215):249–257 с. <https://doi.org/10.14451/1.215.249>
2. Алнев Р.А., Гулнев И.А. *Энергопереход как фактор развития устойчивой энергетики стран Каспийского региона: монография*. М.: Аспект Пресс; 2022. 272 с.
3. Митрова Т.А. Энергопереход и риски для России. *Нефтегазовая вертикаль*. 2021; 6:28–34 с.
4. Мартынов В.Г., Бессель В.В., Кучеров В.Г., Лопатин А.С., Мингалеева Р.Д. *Природный газ – основа устойчивого развития мировой энергетики: монография*. М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина; 2021. 173 с.
5. Бессель В.В., Кучеров В.Г., Лопатин А.С., Мартынов В.Г. Смена парадигмы на мировом энергетическом рынке. *Газовая промышленность*. 2017;4(751):28–33 с.
6. Мингалеева Р.Д., Бессель В.В. Устойчивое развитие крупнейших экономик мира требует все больше энергии. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2022;3(207):57–63 с. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-3\(207\)-57-63](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-3(207)-57-63)
7. Телегина Е.А., Сорокин В.П., Халова Г.О. и др. *Постуглеводородная экономика: вопросы перехода: монография*. Перераб. изд. М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина; 2018. 406 с.
8. E²nergy. *Четыре металла, от которых зависит возобновляемая энергетика*. <https://eenergy.media/2019/02/18/chetyre-metalla-ot-kotoryh-zavisit-vozobnovlyаемaya-energetika/> (дата обращения: 25.02.2023).
9. Кудияров С. Семерка весом в туз. *Эксперт*. 2018;46(1097):20–25 с.
10. BP. *Statistical Review of World Energy*; 2021. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (дата обращения: 27.02.2023).
11. Дата-центр ITSOFT. *Мировой и российский рынок лития – новой нефти энергоперехода*. <https://habr.com/ru/company/itsoft/blog/579556/> (дата обращения: 27.02.2023).

12. Госкорпорация «Росатом». *Росатом построит завод по производству литий-ионных ячеек и систем накопления энергии в Калининградской области*. <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosatom-postroit-zavod-po-proizvodstvu-litii-ionnykh-yacheek-i-sistem-nakopleniya-energii-v-kalining/> (дата обращения: 01.03.2023).
13. ПАО «ГМК «Норильский никель». «Норникель» и «Росатом» заключили соглашение. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-i-rosatom-zaklyuchili-soglasenie/type=releases> (дата обращения: 01.03.2023).
14. Иркутская нефтяная компания. Минпромторг, Газпром, ИИHK подписали дорожную карту по добыче лития на Ковыктинском месторождении. <https://irkutskoil.ru/press-center/minpromtorg-gazprom-ink-podpisali-dorozhnyuyu-kartu-po-dobyche-litiya-na-kovyktinskom-mestorozhdenii/> (дата обращения: 03.03.2023).
15. ТАСС. В Дагестане переоценят запасы месторождений лития для организации его промышленной добычи. https://tass.ru/ekonomika/14393937?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (дата обращения: 03.03.2023).

References

1. Kozenyasheva M.M., Mingaleeva R.D. Energy transition at the present stage of the world economy transformation. *Economic sciences*. 2022;10(215):249–257 pp. <https://doi.org/10.14451/1.215.249> (In Russian).
2. Aliyev R.A., Guliyev I.A. *Energy transition as a factor in the development of sustainable energy in the countries of the Caspian region: monograph*. Moscow: Aspect Press Publ. House; 2022. (In Russian).
3. Mitrova T.A. Energy transition and risks for Russia. *Oil and gas vertical*. 2021; 6:28–34 pp. (In Russian).
4. Martynov V.G., Bessel V.V., Kucherov V.G., Lopatin A.S., Mingaleeva R.D. *Natural gas is the basis of sustainable development of the world energy sector: monograph*. Moscow: National University of Oil and Gas «Gubkin University» Publ. House; 2021. (In Russian).
5. Bessel V.V., Kucherov V.G., Lopatin A.S., Martynov V.G. Paradigm shift in the global energy market. *Gas industry*. 2017;4(751):28–33 pp. (In Russian).
6. Mingaleeva R.D., Bessel V.V. The world's major economies sustainable development requires more energy. *Problems of economics and management of oil and gas complex*. 2022;3(207):57–63 pp. [https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-3\(207\)-57-63](https://doi.org/10.33285/1999-6942-2022-3(207)-57-63) (In Russian).
7. Telegina E.A., Sorokin V.P., Khalova G.O. et al. *Post hydrocarbon economics: issues of transition: monograph*. Revised ed. Moscow: «Gubkin University» Publ. House; 2018. (In Russian).
8. E²nergy. *Four metals that renewable energy depends on*. <https://eenergy.media/2019/02/18/chetyre-metalla-ot-kotoryh-zavisit-vozobnovlyaemaya-energetika/> (accessed 25.02.2023).
9. Kudiyarov S. Seven weighing as an ace. *Expert*. 2018;46(1097):20–25 pp. (In Russian).
10. BP. *Statistical Review of World Energy*; 2021. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf> (accessed 27.02.2023).
11. ITSOFT data center. *The world and Russian market of lithium - the new energy transition of oil*. <https://habr.com/ru/company/itsoft/blog/579556/> (accessed 27.02.2023). (In Russian).
12. State Corporation Rosatom. *Rosatom will build a plant for lithium-ion cells and energy storage systems production in the Kaliningrad region*. <https://www.rosatom.ru/journalist/news/rosatom-postroit-zavod-po-proizvodstvu-litii-ionnykh-yacheek-i-sistem-nakopleniya-energii-v-kalining/> (accessed 01.03.2023).
13. Norilsk Nickel. *Norilsk Nickel and Rosatom signed an agreement*. <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-i-rosatom-zaklyuchili-soglasenie/type=releases> (accessed 01.03.2023).
14. Irkutsk Oil Company. *The Ministry of Industry and Trade, Gazprom, Irkutsk Oil Company signed a roadmap for lithium extraction from the Kovykta deposit*. <https://irkutskoil.ru/press-center/minpromtorg-gazprom-ink-podpisali-dorozhnyuyu-kartu-po-dobyche-litiya-na-kovyktinskom-mestorozhdenii/> (accessed 03.03.2023). (In Russian).
15. TASS. *The reserves of lithium deposits will be reassessed to organize its industrial production in Dagestan*. https://tass.ru/ekonomika/14393937?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (accessed 03.03.2023). (In Russian).