

# **ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И РИСКИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ В МИРЕ И РОССИИ**

**В. А. Максимов**

*Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Россия*  
E-mail: maxvad53@yandex.ru

В статье рассматриваются основные проблемы развития современного мирового хозяйства в сфере минерально-сырьевой базы редких и редкоземельных металлов. Уточняется их роль в применении новых технологий и конечных продуктов. Даются экспертные оценки последствий добычи и переработки, указывающие, что экспоненциальный рост может привести к негативным экологическим последствиям. Возникают риски потери ресурсного суверенитета вследствие негативной экономической политики как развитых, так и развивающихся стран. Указывается, что состояние российской экономики испытывает недостаточное внимание к обеспечению использования критически важных минералов.

## **GLOBAL ECONOMIC SECURITY: ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES AND RISKS IN THE PROVISION OF MINERAL RESOURCES IN THE WORLD AND RUSSIA**

**V. A. Maksimov**

The article deals with the main problems of the development of the modern world economy in the field of mineral resources of rare and rare earth metals. Their role in the application of new technologies and end products is being clarified. Expert assessments of the consequences of mining and processing are given, indicating that exponential growth can lead to negative environmental consequences. There are risks of loss of resource sovereignty due to ill-conceived economic policies of both developed and developing countries. It is indicated that the state of the Russian economy is experiencing insufficient attention to the use of critically important minerals.

Экономическая политика ведущих стран мира с начала 2000-х годов основана на трёх составляющих: климатический переход, «зелёная» революция, декарбонизация применяемых технологий. Следование таким императивам повлекло целый ряд последствий, непреднамеренных осложнений, структурных изменений и непредвиденных затрат во всём мировом хозяйстве. Под эгидой ООН были разработаны в 2015г. цели устойчивого развития (ЦУР), ориентированные на снижение турбулентности глобального рынка и неопределённости в достижении экономического роста. Экспертное сообщество выражало обоснованное сомнение и подчёркивало опасности, особенно в сфере наращивания добычи редких минералов и их переработки. Применение такого сырья чрезвычайно необходимо для электронной промышленности и средств связи, но воз-

никает ординарный экономический парадокс: чем пристальней внимание к одному показателю (игнорируя сходные) или цели (без взвешенных способов их достижения), тем учащаются ошибки (измерения), а результат будет не соответствовать прогнозам и ожиданиям. Характеризуя экологические риски, эксперты операционно аргументировали, что обеспечение процессов производства и потребления таких ресурсов ради близлежащей выгоды приведёт в перспективе к экспоненциальной нагрузке на окружающую среду, планетарным ландшафтными изменениям и аграрным (водным и продовольственным) кризисам.

Третье направление развивается в виде IV Промышленной революции или реиндустриализации, открывающей новый, «светлый», путь к устойчивому экономическому росту [1]. Он предполагает разработку и внедрение более совершенных технологий с опорой на уникальные свойства редких и редкоземельных металлов. Если применение в промышленных целях основных металлов или рудных материалов (железо, медь, алюминий, олово, свинец) за 50 лет (1965-2015) увеличилось в 5 раз, то использование редкоземелов – в 30 раз. Ранее добыча редких металлов шла как сопутствующая основным, с начала же XXI века стали осваиваться отдельные месторождения, особенно в развивающихся и бедных странах. Причём большинство таких металлов невозможно заменить никакими аналогами [2]. При этом указывается, что для успешного перехода на возобновляемые источники энергии придётся удваивать производство редких и редкоземельных металлов каждые 15 лет. Отказываясь от ископаемого топлива, мировая экономика и социум попадает в более сильную зависимость. Развитие робототехники, искусственного интеллекта, цифровой медицины и биотехнологий, мобильной связи, нанoeлектроники немислимы без этих минералов. Чтобы получить 1 кг железа необходимо переработать 16,6 кг руды, 1 кг ванадия – 8,5 т руды, 1 кг церия – 16 т, 1 кг галлия – 50 т, 1 кг лютеция (используется в передатчике бета-излучения) – 1200 т. Следует отметить, что в электрических и гибридных автомобилях содержится от 9 до 11 кг редкоземелов, что в 2 раза больше, чем в бензиновых (табл. 1, 2).

Таблица 1

**Состав металлов, содержащихся в электромобиле**

<b>Автомобильные компоненты</b>	<b>Редкие и редкоземельные металлы</b>
Ветровое стекло с защитой от УФ-излучения	Церий
Стёкла и зеркала	Церий
Жидкокристаллический дисплей	Европий, Иттрий, Церий
Датчики комплектующих	Иттрий
Двигатель и электрический гибридный генератор	Неодим, Празеодим, Диспрозий, Тербий
Более 25 электрических моторов повсюду	Неодимовый магнит
Каталитический преобразователь	Церий, Цирконий, Лантан
Гибридные батареи	Лантан, Церий
Присадки к дизельному топливу	Лантан, Церий

Составлено по: [3]

Состав металлов, содержащихся в мобильных устройствах

Компоненты айфона	Основные, важные, редкие и редкоземельные металлы
Корпус	Углерод, магний, бром, никель
Экран	Индий, кислород, олово, алюминий, кремний, калий, иттрий, лантан, тербий, празеодим, европий, диспрозий, гадолиний
Аккумулятор	Литий, кобальт, углерод, алюминий, кислород
Электроника	Медь, серебро, золото, тантал, никель, диспрозий, гадолиний, кремний, кислород, сурьма, мышьяк, фосфор, празеодим, тербий, неодим, галлий, олово, свинец

Составлено по: [3]

По степени присутствия (распространения) в земной коре рудные металлы классифицируются на основные, важные, редкие и редкоземельные. К важным стали относить металлы, запасы которых находятся под угрозой роста спроса над предложением (например, металлический кремний) [3]. В перечень редких металлов включены 35 наименований (по данным USGS, Геологической службы США); несколько отличен список Европейской комиссии – 27. Востребованность в металлах постоянно возрастает: 1500г. – необходимо 7, 1900г. – 20, 2000г. – 86 (почти все по таблице Менделеева). Большинство редких и редкоземельных добывается в Китае. До 1965г. их добыча была сосредоточена в горных массивах Китая, Индонезии, ЮАР, СССР (Казахстан). С расширением и обновлением методов геологоразведки и промышленной добычи открываются месторождения, особенно в развитых странах – США, Франции, Австралии. Пиковые значения производства пришлись на конец 80-х годов, после которых разработка стала прекращаться в связи с масштабными экологическими загрязнениями. Один из мировых лидеров отрасли – шахта Маунтин-Пасс (Калифорния) породила песчаные бури, что привело к полному загрязнению почвы. Во Франции крупнейшее месторождение в Европе в Ла-Рошели, добывавшее и обогащавшее уран, тербий, диспрозий и неодим, столкнулось с отравлением населения выделявшегося газа радона и радиоактивным заражением, отходы напрямую сбрасывались в океан. В начале 90-х годов разработка в США и Франции рудных минералов практически свёрнута, очистка и переработка перенесены в Азию и Африку вместе с необходимыми технологиями. По сути, это означает потерю суверенитета в добывающей промышленности.

В результате такой политики повышаются политические риски, по форме восходящие к нефтяному кризису 70-х гг. XX века: как обновление дилеммы доминирования рынка производителя или рынка потребителя. Название «металлический» риск обусловлено шантажом с поставками и ценами, «чёрным» рынком, спекулятивными сделками. Возникает новое явление XXI века: национализм природных ресурсов (таб. 3). ЮАР ограничивает добычу и вывоз платины (1 место по запасам), Монголия устанавливает запрет для западных компаний на разведку и добычу редких металлов, Индонезия – запрет на их экс-

порт, включая олово, Аргентина приостанавливает (периодически) экспорт 37 металлов. Запретительные меры предприняты Ганой, Конго, Малайзией. Китай с 2010г. становится разработчиком политики «металлов влияния», ужесточая её с 2019г., применяя «грязные» технологии по очистке РМИ и РЗМ в бассейнах рек Хуанхэ и Янцзы. В санкционных конфликтах с США Китай наложил вето на поставки самария (используется для ракетного топлива), обладая 95% мировых запасов. В Европе в конце 2020г. разрабатывается план снижения зависимости континентальной промышленности в редком сырье, включая и вторичную переработку. План определил 2 фазы: 1 – использование собственных ресурсов и 2 – диверсификация поставок, что позволит (декларативно) осуществить плавный переход к «зелёной» экономике и повысить качество жизни.

Таблица 3

**Основные производители рудных металлов, 2017 г.**

Металлы	Мировые производители, %	Европейское наличие	Показатель замещения	Коэф. переработки, %
Сурьма	Китай-87, Вьетнам-11	–	0,91	28
Барит	Китай-44, Индия-18, Марокко-10	Германия, Англия, Турция	0,91	1
Бериллий	США-90, Китай-8	-	0,99	0
Висмут	Китай-82, Мексика-11, Япония-7	–	0,96	1
Борат	Турция-38,США-23, Аргентина-12	Турция	1	0
Кобальт	ДРК-64, Китай-5, Канада-5	Финляндия, Россия	1,0	0
Коксующийся уголь	Китай-54, Австралия-15, США-7, Россия-7	Россия, Польша, Германия, Чехия, Англия	0,92	0
Плавленый шпат	Китай-64, Мексика-16, Монголия-5	Испания, Германия, Болгария, Англия	0,98	1
Галлий	Китай-85, Германия-7, Казахстан-5	Германия, Украина, Венгрия	0,95	0
Германий	Китай-85, Финляндия-11, Канада и США–5	Финляндия, Россия	1	0
Гафний	Франция-43, США-41, Украина-8, Россия-8	Франция, Россия, Украина	0,93	1
Гелий	США-73, Катар-12, Алжир-10	Россия, Польша	0,94	1
Индий	Китай-41, Ю.Корея-15, Япония-10	Казахстан	0,94	1
Магний	Магний-87, США-5	Россия	0,91	9
Природный графит	Китай-69, Индия-12, Бразилия-8	Норвегия	0,95	3
Природный каучук	Таиланд-32, Индонезия-26, Вьетнам-8	–	0,92	1

Ниобий	Бразилия-90, Канада-10	–	0,91	0,3
Тантал	Руанда-31, ДРК-19, Бразилия-14	–	0,94	1
Природный фосфат	Китай-44, Марокко-13, США-13	Россия, Финляндия	1	17
Фосфор	Китай-58, Вьетнам-19, Казахстан-13, США-11	Казахстан	0,91	0
Скандий	Китай-61, Россия-26, Украина-7	Россия, Казахстан, Украина	0,91	0
Метал. кремний	Китай-61, Бразилия-9, Норвегия-7, США-6, Франция-5	Норвегия, Франция, Испания, Германия	0,99	0
Вольфрам	Китай-11, Россия-4	Россия, Португалия, Испания, Австрия,	0,94	42
Ванадий	Китай-53 ЮАР-25, Россия-20	Россия, Бельгия, Англия, Нидерланды, Германия	0,91	44
Платиноиды	ЮАР-83(иридий, платина, родий, рутений), Россия-46 (палладий)	Швейцария, Россия	0,93	14
Тяжёлые редкоземы	Китай-95	Россия	0,96	8
Лёгкие редкоземы	Китай-95	Россия	0,90	3

Источник: [4].

Россия испытывает критическую зависимость в большинстве важных, редких и редкоземельных металлов (таб.4), не смотря на огромные разведанные и подтверждённые запасы (10% в совокупности минерального сырья в мире и 16,6 редкоземов) [5]. Большинство из них низкого или среднего качества, труднодобываемые, рудные, а не соляные растворы при отсутствии современного технологического сопровождения и инфраструктуры. В 1997 было закрыто единственное в стране Колмозерское месторождение лития, запасы которого обеспечивали стране 3 место в мире, приостановлена работа на 17 месторождениях редких и редкоземельных минералов. В 2021г. действовало лишь одно - по добыче редкоземов, как попутный компонент апатитонелефелиновых руд – Ловозерское (Мурманская область). Присутствуют самарий, европий, кадмий, лантан, неодим, церий, ниобий, тантал, титан (до 1% тонне).

Правительство России в декабре 2020г. разработало «дорожную карту» возобновления и расширения месторождений РМ и РЗМ на условиях софинансирования с амбициозной задачей – выйти на 2 место в мире по их добыче [6]. В 2022г. был обновлён (впервые за 26 лет) список основных видов стратегического минерального сырья, доведя его с 29 до 61 [7]. Была утверждена Программа развития отрасли в рамках «Приоритетных проектов» с дополнительным бюджетным финансированием от ФРП на сумму 865 млн. рублей (подробная информация по исполнению закрыта); снижен НДС и разрешено ускорен-

ное лицензирование [8]. Сделано важное заявление о намерении интенсифицировать производство РЗМ путём переработки фосфогипсовых отвалов (предположительно их накопилось 200 млн. т), что даст 1 млн. т чистых металлов. [9]. Это соответствует общемировому тренду на экологически чистые отходы.

Таблица 4

**Импорт, потребление, добыча важных и редкоземельных металлов, 2017 г.**

Металлы	Масштаб, %	Страна	Потребление, т	Добыча, т
Марганец	50-75	ЮАР, Казахстан, Габон, Украина	1,1 млн.	1 млн. в руде
Хром	75 и более	Казахстан	1,4 млн.	500 тыс.
Олово	50-75	Индонезия	3,44 млн.	1.2 млн.
Титановая руда	Менее 25	США, Китай, Боливия, Норвегия	280 тыс.	10 тыс.
Алюминиевое сырьё	Менее 25	Казахстан, Австралия, Бразилия, Ямайка, Украина	7,2 млн.	2,8 млн. в бокситах
Уран	25-50	Казахстан, Украина, Австралия, Чехия	8-9 тыс.	3 тыс.
Редкоземельные металлы	75 и более	Китай	150 (в мире -63 тыс.)	Связанные полуфабрикаты, переработка в Эстонии

Источник: [6]

В апреле 2023 Еврокомиссия по редким металлам сделала заявление, что добыча редких металлов – ключевая отрасль ближайшего будущего [10]. Определила также опасности сегодняшнего дня: выраженный дефицит на рынке лития, но к 2924г. ожидается прорыв со стороны крупнейших сырьевых ТНК по вводу новых мощностей в 10-15 странах Африки и СНГ, включая Россию. Особенные риски связаны со всплеском цен не только на литий, но и на скандий, тербий и диспрозий. Последний имеет исключительное компонентное значение для изготовления магнитов, ветро-и электрогенераторов в автомобилях, ядерных реакторов и дозиметров. Цена за 1 кг поднялась с 170\$ (2018г.) до 403\$ (2023г.). Содержание металла в руде – 5 мг на 1 кг, отделение от других РЗМ технологически очень сложное и дорогостоящее. Рынок монополизирован Китаем, применяющим экологически опасные методы добычи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвёртая промышленная революция / М. : Эксмо, 2018. 288 с.
2. Study on the review of the list of Critical Materials / Executive summary. Deloitte Sus-

tainability. 2017. 8 p.

3. *Питрон Г.* Третья цифровая война: энергетика и редкие металлы / М. : Изд-во АСТ, 2021. 320 с.

4. Commission europeene. Raw Material Unit (Belgique). [Electronic resource]. URL: [https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials\\_fr](https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials_fr) (дата обращения 10.10.2023).

5. Росстат. Отчёт о социально-экономическом развитии Российской Федерации / М. : Федеральная служба государственной статистики, 2021. 1000 с.

6. РИА НОВОСТИ. Наука. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/> (дата обращения 10.10.2023).

7. ГОСТ 34776 – 2021. Редкоземельные металлы, Термины и определения // Официальный сайт Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200181673?ysclid=lqazx1xknd911257642> (дата обращения 10.10.2023).

8. «ВЭД СЕГОДНЯ» (ved. today). Электронный журнал. 2018. [Электронный ресурс] .URL: <https://ved.today/> (дата обращения 10.10.2023).

9. Редкоземельные металлы дали приоритет // Эксперт. 2022. № 17-18. С. 8.

10. *Астапов А, Кудияров С.* Литий тоже будет наш // Эксперт. 2023. № 9. С. 26-29.