



Munich Personal RePEc Archive

# **The features of Russian-Brazil cooperation in REE production**

Sokolovska, Olena

October 2023

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/118998/>  
MPRA Paper No. 118998, posted 30 Oct 2023 08:45 UTC

# Características de la cooperación entre Rusia y Brasil en la producción de metales de tierras raras<sup>1</sup>

SOKOLOVSKA Olena, Ph.D.

Profesor Asociado, Departamento de Gestión de Riesgos y Seguros,  
Laboratorio de Investigaciones Económicas Asiáticas,  
Universidad Estatal de San Petersburgo  
[e.sokolovskaya@spbu.ru](mailto:e.sokolovskaya@spbu.ru)

## Abstract

Las cuestiones de la cooperación entre los países BRICS cobran relevancia en las condiciones geopolíticas actuales, especialmente en el marco de las sanciones económicas antirrusas, con el fin de garantizar el desarrollo de tecnologías críticas, basadas principalmente en metales de tierras raras. El objetivo del estudio es determinar las tendencias clave de la cooperación entre Rusia y Brasil en la producción de metales de tierras raras. Para lograr el objetivo, investigamos el estado actual y las tendencias clave en el mercado global de elementos de tierras raras y la posición de Rusia y Brasil. Analizamos los principales riesgos ambientales de la producción y procesamiento de tierras raras. Los resultados del análisis nos permitieron concluir que la estrategia de cooperación más relevante en las condiciones geopolíticas actuales es centrarse en la cooperación en I+D, en particular en el procesamiento y eliminación de desechos de minerales y rocas estériles como fuente clave de riesgo ambiental en la minería de tierras raras.

Keywords: tierras raras, Rusia, Brasil, cooperación, sanciones económicas, riesgos ambientales.

Los tierras raras (en adelante, TR) incluyen 17 elementos metálicos que tienen propiedades únicas que les permiten ser utilizados activamente en la producción de productos electrónicos de consumo, componentes de sistemas de defensa, la industria espacial y tecnologías de energía verde (principalmente turbinas eólicas y eléctricas, vehículos).

Los elementos de tierras raras son mucho más comunes de lo que sugiere su nombre, pero la extracción, el procesamiento y la refinación de metales conlleva importantes riesgos técnicos, ambientales y geopolíticos, lo que hace que la extracción y producción de estos óxidos metálicos sea "rara".

Un ejemplo de la implementación de riesgos geopolíticos fue el conflicto entre China y Japón en 2010, año en el que Japón arrestó al capitán de un pesquero chino que embistió a un buque guardacostas japonés en la zona de los territorios en disputa Senkaku (Diaoyu). En represalia, China restringió durante dos meses las exportaciones de metales de tierras raras a Japón, que son clave para la fabricación japonesa de alta tecnología. La consecuencia fue un

---

<sup>1</sup> El estudio reportado "Improvement of Insurance Coverage of the Population under Biological Threat" fue financiado por la Universidad Estatal de San Petersburgo. Pure ID: 94029915

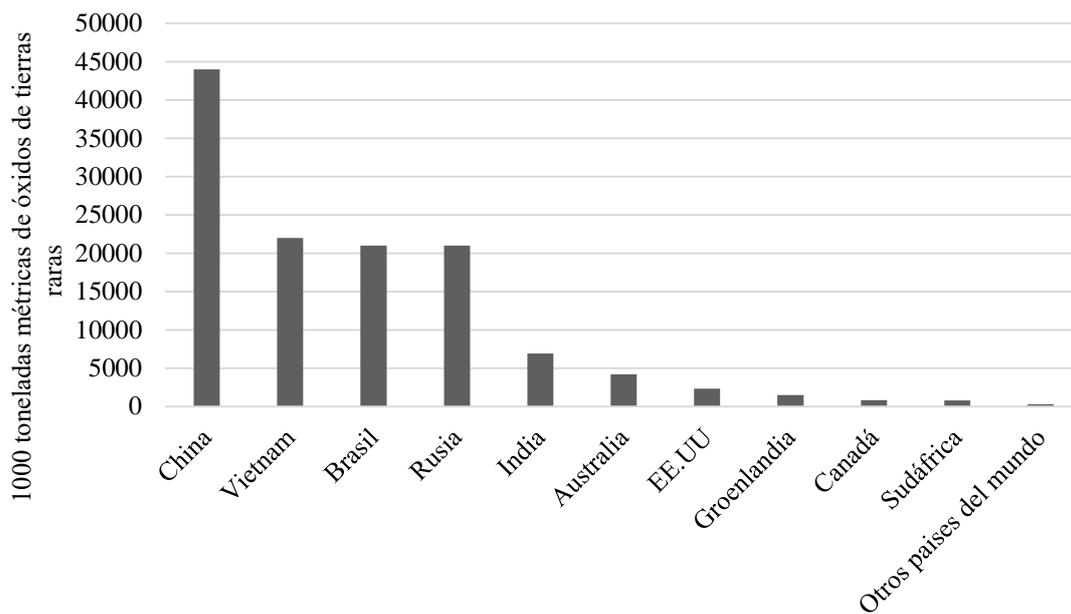
aumento rápido y significativo de los precios de los óxidos de tierras raras, que en algunos casos alcanzó varios cientos por ciento.

En las condiciones actuales, los metales de tierras raras son indispensables en tecnologías críticas que constituyen la seguridad nacional y la soberanía tecnológica del país. Para el desarrollo de industrias de importancia estratégica está adquiriendo importancia la cooperación entre los países BRICS con potencial en este ámbito. Teniendo en cuenta lo anterior, el propósito de este estudio es determinar las características de la posible cooperación entre Rusia y Brasil en la producción de metales de tierras raras a partir de un análisis del estado actual del mercado global de TR y las tendencias actuales, así como riesgos ambientales clave.

El artículo está estructurado de la siguiente manera. La primera sección ofrece una visión general del mercado mundial de metales de tierras raras, sus principales actores, así como el lugar de Brasil y Rusia en este mercado. La segunda sección está dedicada a una descripción de los riesgos ambientales clave en la minería y el procesamiento de elementos de tierras raras. La tercera sección analiza las principales tendencias en la extracción de metales de tierras raras en el contexto de los conflictos geopolíticos y económicos modernos. En conclusión, se consideran las características de la posible cooperación entre Rusia y Brasil en la extracción y producción de tierras raras.

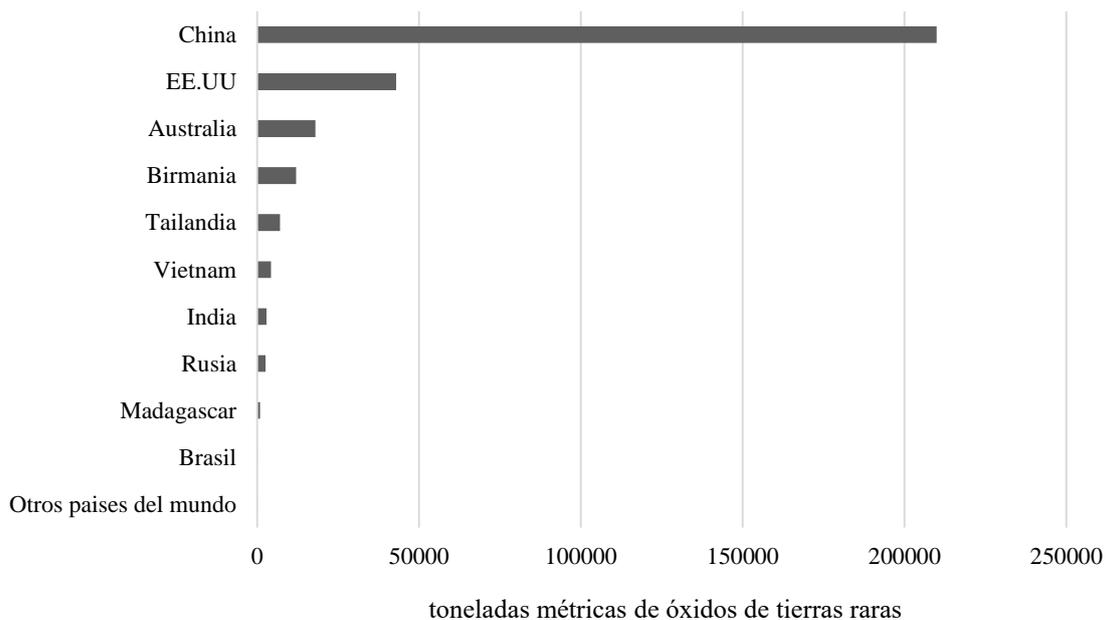
### **Estado actual del mercado de metales de tierras raras**

El actor clave en el mercado de los metales de tierras raras es China. El país es líder en reservas de esta materia prima: 44 millones de toneladas (en el equivalente de óxidos de TR), mientras que las reservas mundiales de metales de tierras raras ascienden a unos 130 millones. Después de China, los países con mayores reservas de TR son Vietnam , Brasil y Rusia (Fig.1).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Statista.com  
 Figura 1. Reservas de elementos de tierras raras en países de todo el mundo, 2022

Los volúmenes de producción de metales de tierras raras en Brasil, Rusia y Vietnam son significativamente menores que las reservas probadas de estos minerales. Así, en 2022, la producción estimada de metales de tierras raras en Brasil fue de 80 toneladas de óxidos de tierras raras, frente a 500 toneladas en 2021. Al poseer más del 16% de las reservas mundiales de metales de tierras raras, la participación de Brasil en el volumen de procesamiento global es sólo del 0,03% (Fig. 2).



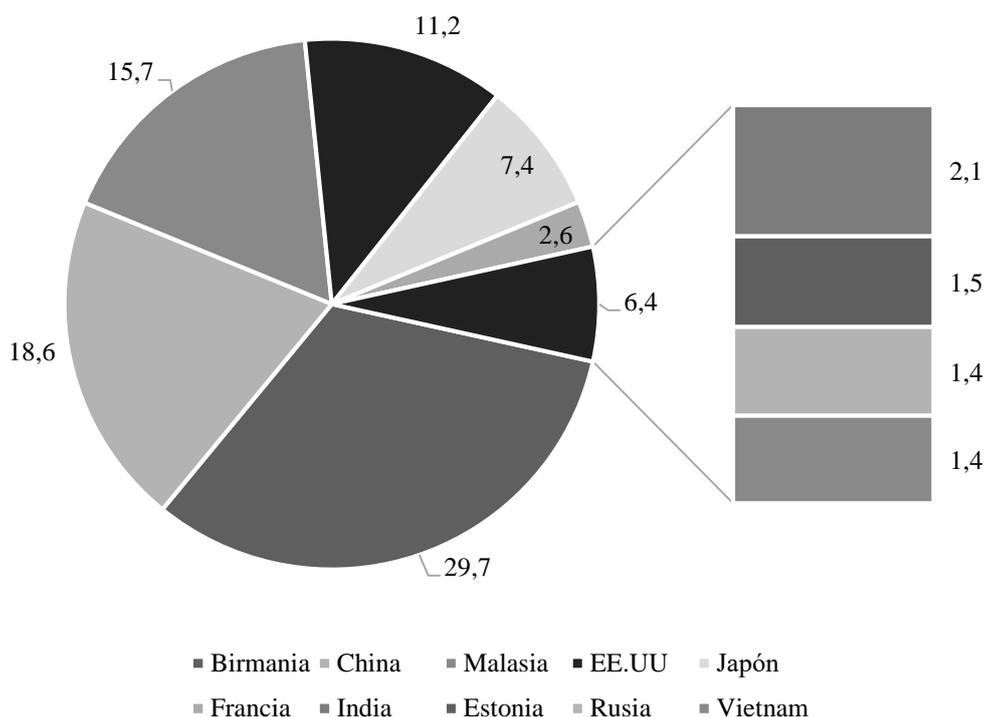
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Statista.com  
 Figura 2. Producción de metales de tierras raras en países de todo el mundo, 2022

Hoy en día, China es el único país del mundo con una cadena completa de producción de metales de tierras raras, desde la extracción y el procesamiento del mineral hasta la entrega a los clientes. Esta política nacional ha llevado a un aumento en la producción de elementos de tierras raras, asegurando la posición del país como líder mundial en este sector (Fig. 2).

En segundo lugar entre los países del mundo en este indicador se encuentra Estados Unidos, cuyo volumen de producción es aproximadamente una quinta parte del de China. Los siguientes en el ranking de principales productores son Australia y Myanmar con volúmenes de producción de 18 mil toneladas y 12 mil toneladas, respectivamente.

En general, en 2022 China representó el 70% de la producción mundial, un 13% menos que en 2016, lo que se debe a la política tecnológica del país encaminada a reducir la producción de tierras raras: para 2050 está previsto reducir la producción en casi la mitad que en 2020: hasta 67 mil toneladas. Esto se debe principalmente a la paralización de sus propias minas: en 2019, el gobierno chino redujo las cuotas para la producción nacional de metales de tierras raras en casi un 20%. Al mismo tiempo, la participación de China en el volumen total de procesamiento de minerales metálicos de tierras raras para obtener óxidos, metales, aleaciones e imanes aumenta constantemente: hoy China produce alrededor del 90% de los imanes, lo que indica el deseo del país de dominar el procesamiento y creación de bienes de alto valor añadido que permitan obtener mayores beneficios [Belozyorov, Sokolovska, 2022].

Las tendencias mencionadas también se manifestaron en la exportación de metales de tierras raras. En 2021, Myanmar se convirtió en el principal país exportador de metales de tierras raras, desplazando a China de esta posición: estos países representaron casi el 30% y el 19% de las exportaciones mundiales de metales de tierras raras, respectivamente (Fig.3).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Statista.com

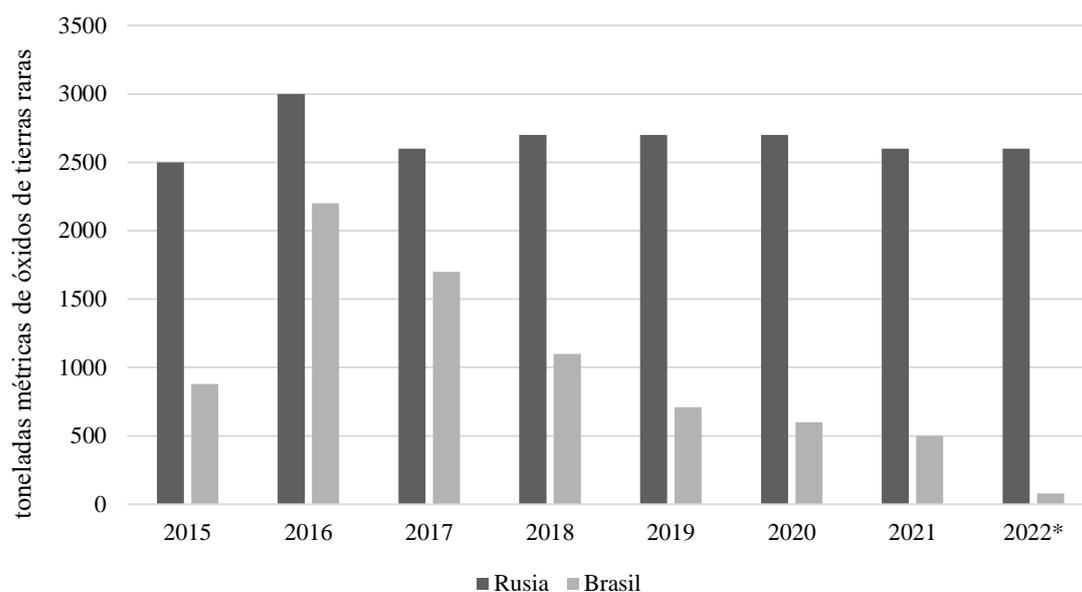
Figura 3. La participación de las exportaciones de metales de tierras raras de los países, 2021

En comparación, Estados Unidos representó el 11,2% de las exportaciones mundiales de tierras raras.

En un contexto de reducción de la producción nacional, China está activamente interesada en nuevas fuentes de producción de tierras raras fuera del país, principalmente en el Ártico (Canadá, Groenlandia) [Sokolovska, Thiel, 2018] y África (Angola, República Democrática del Congo).

A pesar de que Rusia y Brasil se encuentran entre los cuatro primeros países en términos de reservas de tierras raras, los volúmenes de extracción y producción son insignificantes en comparación con China, Estados Unidos, Australia y Vietnam.

En 2022, se estimó que la producción de tierras raras en Brasil sería de unas 80 toneladas de equivalente de óxido de TR (Fig. 4), más de 6 veces menos que el año anterior.



Nota: \* - valor estimado

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Statista.com

Figura 4. Producción de metales de tierras raras en Rusia y Brasil, 2015-2022

En general, la producción de TR disminuyó significativamente en el período de 2016 a 2022, lo que se debe a consideraciones ambientales, una regulación gubernamental imperfecta del sector (en particular, cuestiones de otorgamiento de concesiones) y las peculiaridades del procesamiento de minerales (en Brasil, la producción de óxidos TR se realiza principalmente a partir de arenas de monacita) [Serviço Geológico do Brasil, 2023]. Además, parte de las tierras raras se extrae de los residuos del enriquecimiento de niobio (relaves mineros) producidos por la Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), el mayor productor de niobio del mundo.

Hoy, la empresa minera brasileña Serra Verde, apoyado por Denham Capital LP, una de las mayores sociedades inversoras del mundo, ha iniciado la puesta en marcha de la mina Pela Ema (estado de Goiás), que será la primera instalación a gran escala fuera de la región asiática en producir los cuatro elementos críticos de tierras raras necesarios para fabricar imanes permanentes: neodimio, praseodimio, terbio y disprosio. Está previsto que la producción comercial comience a finales de 2023. La ventaja clave es la capacidad de procesar TR utilizando tecnologías simples y relativamente respetuosas con el medio ambiente, que reducirán los costos operativos y minimizarán las consecuencias ambientales negativas [Canadian Mining Symposium, 2023].

Como se señaló anteriormente, hoy Rusia ocupa el segundo lugar en el mundo en términos de reservas probadas de metales de tierras raras, mientras que su producción en el país es menos del 2% de la producción mundial. Más del 90% de las reservas de metales de tierras raras se

concentran en dos regiones de la zona ártica: la región de Murmansk y la República de Saja (Yakutia). Una peculiaridad de la materia prima rusa a base de metales de tierras raras es que se trata principalmente de componentes asociados, cuyo contenido de óxidos de metales de tierras raras rara vez supera el 1%.

Toda la producción de metales de tierras raras en la zona ártica de Rusia proviene de minerales de loparita del depósito de Lovozero (alrededor del 40%) y objetos de apatita-nefelina del grupo Khibiny (alrededor del 60%) en la región de Murmansk [Buyro NDT, 2020].

Hoy en día, el mineral enriquecido se envía para su procesamiento a la única planta de magnesio de Solikamsk (Solikamsk) del país. Solikamsk, región de Perm). No hay otras empresas en Rusia capaces de hacer esto a escala industrial. En la URSS, las empresas de procesamiento de minerales metálicos de tierras raras estaban ubicadas en Kazajstán y Estonia. Hasta 2022, Rusia enviaba mineral a estas empresas; ahora tal mecanismo es imposible debido a las sanciones económicas.

El campo Tomtor en la zona ártica de Yakutia, en términos de reservas y concentraciones probadas, supera a la mayoría de los análogos conocidos en el mundo; Los recursos minerales para la minería primaria ascienden a 13,2 millones de toneladas de mineral.

Una de las razones clave que frena el inicio del desarrollo del depósito es su lejanía de la Ruta del Mar del Norte, lo que crea importantes problemas con el transporte del mineral al lugar de su procesamiento: la Planta Hidrometalúrgica de Krasnokamensk (Krasnokamensk, Territorio Trans-Baikal), cuya construcción está prevista exclusivamente para el procesamiento de los yacimientos de mineral de Tomtor y la producción de compuestos de metales de tierras raras y óxido de niobio.

El desarrollo de la producción en este yacimiento es de suma importancia para la implementación de la política de sustitución de importaciones en el contexto de las sanciones económicas, que han provocado una escasez de materias primas para la producción de algunos metales no ferrosos y de tierras raras en el mercado interno. De acuerdo con la Estrategia de desarrollo de la industria metalúrgica de la Federación de Rusia para el período hasta 2030 [Rasporyazhenie Pravitel'stva RF, 2022], la puesta en funcionamiento del depósito Tomtorskoye está prevista para el año 2028. Se supone que el depósito Tomtorskoye, una vez finalizadas las actividades de exploración y producción a plena capacidad, satisfará hasta el 10% de la demanda mundial de TR.

## **Riesgos ambientales durante la minería y el procesamiento de elementos de tierras raras.**

Las tierras raras en sí no son radiactivas, pero su extracción va acompañada de la formación de residuos tóxicos: por cada tonelada de tierras raras se producen 2.000 toneladas de residuos, algunos de los cuales son radiactivos. Además, las arenas de monacita son débilmente radiactivas porque contienen uranio y torio. Fue la presencia de estos elementos lo que determinó el desarrollo preferencial de minerales de bastnäsita que contienen TR. Además, la extracción de tierras raras de las arenas de monacita se caracteriza por el mayor consumo energético en comparación con otros tipos de materias primas [Lima et al., 2018].

La minería y el procesamiento de metales de tierras raras están asociados con importantes riesgos ambientales, incluidos impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente.

Los riesgos ambientales en el proceso de extracción de minerales de tierras raras están asociados con el uso de agua y la descarga de agua contaminada; la contaminación del suelo con ácidos, que, entre otras cosas, tiene consecuencias negativas para la agricultura; Alto consumo de energía. Además, los volúmenes de los escombreros de roca estéril suelen ser importantes, lo que los convierte en una gran fuente de metales tóxicos que ingresan al suelo y a los cuerpos de agua a través del agua de lluvia, así como de polvo a la atmósfera.

Se observó una bioacumulación significativa de elementos de tierras raras en poblaciones que viven cerca de instalaciones de producción (especialmente cerca de sitios mineros ilegales) en China [Holland, 2020].

Al mismo tiempo, una disminución en el contenido de TR en el mineral aumenta significativamente los riesgos ambientales durante su extracción. Por unidad, la producción de TR tiene un mayor impacto ambiental que la producción de metales convencional, y la mayor contribución se produce en la etapa de procesamiento del mineral [Weng et al., 2016].

Además, el reciclaje de metales de tierras raras está asociado con la generación de desechos electrónicos (e-waste, WEEE), desechos que contienen dispositivos electrónicos y otros dispositivos eléctricos usados, así como sus componentes. Cabe señalar que las tierras raras y los óxidos de tierras raras no se procesan en grandes cantidades por diversas razones técnicas y económicas. Hablamos, en primer lugar, del elevado coste que supone desmontar la electrónica y separar sus componentes para identificar elementos con un alto contenido en tierras raras; baja concentración de elementos de tierras raras en los productos; la similitud de TR en propiedades físicas y químicas con los metales utilizados en productos eléctricos, lo que complica la posibilidad de separación [UNEP, 2011].

Como resultado, la producción y el procesamiento de tierras raras son motivo de gran preocupación tanto para los residentes locales como para las organizaciones ambientalistas. Las discusiones sobre cómo deshacerse de estos contaminantes han llevado al cierre de plantas de separación de tierras raras durante los últimos 40 años en Japón, Australia, Francia y Estados Unidos.

### **Características del desarrollo moderno del mercado de elementos de tierras raras.**

Hasta la fecha, la Unión Europea (en adelante, la UE) ha declarado una reducción de la dependencia de las importaciones de tierras raras chinas, tanto en la legislación como en la práctica. Así, en 2021, alrededor del 98% de las tierras raras utilizadas en la UE fueron importadas de China.

Se está preparando una Ley Europea de Materias Primas Críticas, cuyo objetivo es diversificar las cadenas de suministro de litio y otros elementos de tierras raras hacia “socios de confianza” y la creación de reservas estratégicas. Por estas mismas razones, la UE pretende aumentar su participación en el mercado mundial de semiconductores al 20% para 2030 a través de la Ley Europea de Chips.

En 2023, Neo Materials , la corporación de innovación de tierras raras y metales raros más grande del mundo con sede en Canadá, ha adquirido derechos para extraer elementos de tierras raras en Groenlandia. El objetivo de dicho acuerdo es reducir la dependencia de los metales de tierras raras chinos. Neo también planea comenzar la construcción de una planta en Estonia a finales de 2023 que procesará elementos de tierras raras en imanes para motores de vehículos eléctricos. Los fabricantes de automóviles europeos están cambiando rápidamente a los vehículos eléctricos y la UE está financiando activamente proyectos destinados a crear una cadena completa de producción de metales de tierras raras en la región.

La intensificación de la política proteccionista en la UE también se vio facilitada por el descubrimiento en enero de 2023 del mayor depósito de tierras raras de Europa en el municipio de Kiruna , en la zona ártica de Suecia. La empresa minera estatal LKAB ha presentado una solicitud para una concesión minera, pero la producción y comercialización a gran escala de óxidos de tierras raras no comenzará hasta dentro de 10 a 15 años. Los procesos de obtención de permisos toman tiempo debido a las evaluaciones de riesgos ambientales y los impactos en la población indígena de la región.

Por lo tanto, los samis locales dijeron que la minería podría hacer imposible su forma de vida tradicional. Los depósitos recién descubiertos se encuentran en el último punto de tránsito que queda por el que los pastores de renos locales se dirigen a los pastos de invierno.

El deseo de independencia de las materias primas chinas y los aspectos geopolíticos después de febrero de 2022 han llevado a que en el Ártico europeo, en particular en Groenlandia, la presencia de China en la región se esté reduciendo a través de métodos administrativos. Las principales razones que limitan las actividades de las empresas chinas que extraen metales de tierras raras en la región son consideraciones ambientales, la necesidad de garantizar altos estándares de condiciones laborales y protección legal para los trabajadores de las empresas. Otro factor es el problema ya mencionado de lograr la autonomía en la construcción de una cadena de suministro interna como un elemento importante para garantizar la seguridad estratégica del país. Así, a finales de 2022, Canadá exigió a los inversores chinos que vendieran inmediatamente sus participaciones en tres empresas mineras canadienses por motivos de seguridad nacional.

Las sanciones de la UE contra Rusia, introducidas después de febrero de 2022, limitan la exportación de metales de tierras raras, lo que ha provocado la retirada de empresas extranjeras del mercado ruso. Por ejemplo, la empresa minera canadiense Kinross Oro Corp tuvo que pasar por una rápida y costosa desinversión de activos de Rusia: en julio de 2022, los activos rusos de la empresa se vendieron por el 50% del precio de venta acordado originalmente.

La actual política tecnológica estadounidense también apunta a limitar la dependencia de las importaciones de TR de China. A partir de marzo de 2022, el Departamento de Energía del país está invirtiendo fuertemente para garantizar que la cadena de suministro nacional de TR y otros metales estratégicos para baterías, como el cobalto y el litio, sea autosuficiente.

**Conclusión: sobre las peculiaridades de la cooperación entre Rusia y Brasil en la extracción y producción de tierras raras.**

En el contexto de las sanciones económicas antirrusas, el deseo de los Estados Unidos y los países de la UE de reducir la dependencia de las tierras raras chinas y el deseo de la propia China de limitar la producción en sus depósitos nacionales, los requisitos previos para la cooperación entre Rusia y los países "amigos" Se están modificando los estados en la extracción de elementos de tierras raras.

El análisis de las políticas tecnológicas y regulatorias de Rusia y Brasil y los riesgos ambientales en el campo de la minería de metales de tierras raras nos permitió identificar las siguientes características clave de la posible cooperación entre los dos países en esta área.

A pesar de que una de las prioridades estratégicas para el desarrollo de la industria minera en Brasil ha sido declarada promover alianzas público-privadas, incluso con la participación de empresas extranjeras, y de que [Pro Minerais Estratégicos, 2021] el país es "amigo", existen una serie de limitaciones a dicha cooperación entre la Federación de Rusia y Brasil.

La participación de empresas rusas en la extracción de tierras raras en Brasil, así como en el desarrollo de infraestructura, es posible, en primer lugar, en forma de inversiones de cartera, lo que se debe a la diferencia en las características de la extracción. de materias primas: en Rusia, las reservas de TR se concentran en minerales, mientras que en Brasil, en arenas de monacita . Al mismo tiempo, hay que tener en cuenta que hoy en Brasil no existe un régimen especial de inversión para empresas extranjeras en la industria minera.

Además, el interés activo de EE.UU., Canadá y Australia en el sector TR en Brasil [Mining Technology, 2023; SmallCaps, 2022; Mining Australia, 2023], manifestado en la adquisición de empresas mineras brasileñas por empresas transnacionales de estos países, junto con las restricciones de las sanciones , limita las oportunidades de las empresas rusas para realizar tales actividades. actividades.

En estas condiciones, parece apropiado centrar la cooperación bilateral en R&D en el campo de la optimización de las tecnologías de procesamiento de materias primas y los métodos de gestión de riesgos en la extracción y producción de metales de tierras raras, principalmente en el procesamiento y eliminación de desechos de minerales y rocas estériles. como fuente clave de riesgo ambiental en la extracción de tierras raras.

#### References

1. Belozyorov S., Sokolovska O. (2022). Russia and China in the Arctic: Cooperation in Rare Earths Mining. In: The Arctic in a Space of Knowledge. The collection of St Petersburg State University scientific events articles (2020- 2021), St. Petersburg State University, 2022, 98-106.

2. Sokolovska O., Thiel M. (2018). The Asiatic Race for Natural Resources: Do China and Russia Compete in the Arctic region? In: Ekonomicheskaya teoriya i hozyajstvennaya praktika: global'nye vyzovy, Materialy mezhdunar. konf. «Evolyuciya mezhdunarodnoj torgovoj sistemy: problemy i perspektivy -2018», Izdatel'stvo Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2019, 112-117.

3. An overview of Critical Minerals Potential of Brazil, Serviço Geológico do Brasil, 2023.

4. Serra Verde starts commissioning Brazilian rare earths mine, June 22, 2023, Canadian Mining Symposium.

URL:<https://www.mining.com/serra-verde-starts-commissioning-brazilian-rare-earth-mine/>

5. Proizvodstvo redkih i redkozemel'nyh metallov. Informacionno-tekhnicheskikh spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. ITS 24-2020. M.: Byuro NDT, 2020.

6. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 28.12 2022 g. № 4260-r «Ob utverzhdenii Strategii razvitiya metallurgicheskoy promyshlennosti RF na period do 2030 g.»

7. Lima, F.M., Lovon-Canchumani, G.A., Sampaio, M. and Tarazona-Alvarado, L.M. (2018), “Life cycle assessment of the production of rare earth oxides from a Brazilian ore”, *Procedia CIRP*, 69, 481–486. 25th CIRP Life Cycle Engineering (LCE) Conference, 30 April – 2 May 2018, Copenhagen, Denmark.

8. Holland, M. (2020), "Reducing the health risks of the copper, rare earth and cobalt industries: Transition to a circular low-carbon economy", *OECD Green Growth Papers*, No. 2020/03, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/88ce1db4-en>.

9. Weng, Z., Haque, N., Mudd, G.M. and Jowitt, S.M. (2016), “Assessing the energy requirements and global warming potential of the production of rare earth elements”. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1282-1297.

10. UNEP (2011), “Recycling rates of metals: A status report”, United Nations Environment Programme, International Resource Panel, URL: <http://www.resourcepanel.org/reports/recycling-rates-metals>.

11. Pro Mineralis Estratégicos , Decreto nº 10.657, de 24 de marzo de 2021

12. Canada Rare Earth to raise stake in Brazil tailings property, August 29, 2023, *Mining Technology*. URL: <https://www.mining-technology.com/news/canada-rare-earth-brazil-tailings/>

13. Meteoric Resources acquires tier-one Brazilian ionic clay rare earths project, December, 12, 2022, *SmallCaps*. URL: <https://smallcaps.com.au/meteoric-resources-acquires-tier-one-brazilian-ionic-clay-rare-earth-project/>

14. Viridis Mining and Minerals shares spike 92% on fresh rare earth project purchase in Brazil, August 02, 2023, *Mining Australia*. URL: <https://mining.com.au/viridis-mining-and-minerals-shares-spike-92-on-fresh-rare-earth-project-purchase-in-brazil/>