

## Фосфатное минеральное сырьё: запасы, производство и горнорудные проекты

А.А. Гилярова ✉

Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация

✉ a.gilyarova@ksc.ru

**Резюме:** В статье представлены результаты анализа запасов фосфатного минерального сырья, вовлечения их в эксплуатацию и переработку как в мире, так и в России. Раскрыто, что на современном этапе доступные для высокоприбыльной отработки запасы уменьшились, объемы добычи и переработки фосфатного минерального сырья снизились, горнотехнические условия усложнились с соответствующим ухудшением качества добываемых руд. Проблемы с производством удобрений предопределили трансформацию геополитических условий и проявление признаков предкризисной продовольственной ситуации в мире. Выполнены прогнозные расчеты обеспеченности стран разрабатываемыми запасами фосфатного минерального сырья исходя из текущих объемов добычи и переработки. Рассмотрен мировой опыт реализации крупных горнорудных проектов по вовлечению в экономический оборот новых месторождений фосфатного минерального сырья. Для обеспечения потребностей сельских хозяйств как в мире, так и в России, необходимо уже сейчас проводить работу по выявлению потенциально инвестиционно-привлекательных фосфатных месторождений с применением различных методов их инвестиционной оценки. Поэтому целью данного исследования являлось развитие методических подходов к инвестиционному анализу перспективных запасов фосфатного минерального сырья Российской Федерации на основе выявленных особенностей добычи и производства фосфорсодержащей продукции в предкризисной мировой продовольственной ситуации. Предложен методический подход к экспертной балльной оценке месторождений фосфатного минерального сырья. Выполнен инвестиционный анализ перспективных месторождений апатитовых руд, результаты которого предоставляют основу для выбора наиболее инвестиционно-привлекательных.

**Ключевые слова:** фосфатное минеральное сырьё, запасы, горнорудные проекты, экспертная оценка, инвестиционно-привлекательные месторождения

**Благодарности:** Исследование выполнено в рамках государственного задания НИР №0186\_2022-0005.

**Для цитирования:** Гилярова А.А. Фосфатное минеральное сырьё: запасы, производство и горнорудные проекты. *Горная промышленность*. 2023;(5):72–77. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5-72-77>

## Phosphate mineral ores: reserves, production and mining projects

A.A. Gilyarova ✉

Mining Institute Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russian Federation

✉ a.gilyarova@ksc.ru

**Abstract:** The paper presents the results of analyzing the reserves of phosphate mineral raw materials, their involvement in mining and processing activities both globally and in the Russian Federation. It is demonstrated that the reserves available for high-margin development have currently declined, the volumes of mining and processing of phosphate minerals have decreased, and the mining conditions have become more complicated with a corresponding deterioration in extracted ore grades. The issues with fertilizer production predefined the transformation of geopolitical conditions and manifestations of the pre-crisis food situation in the world. We have made forecast calculations of the countries' supply of phosphate mineral reserves based on the current mining and processing volumes. We reviewed the global experience of implementing large-scale mining projects to draw new phosphate mineral deposits into economic activities. It is already required to identify potentially investment-attractive phosphate deposits using various methods of their investment assessment in order to meet the needs of rural households both in the world and in the Russian Federation. Therefore, the purpose of this study was to develop methodological approaches to investment analysis of prospective phosphate mineral reserves in the Russian Federation based on the identified specific features of phosphate mining and production in the context of pre-crisis global food situation. A methodological approach to expert scoring of phosphate mineral deposits is proposed. An investment analysis of the prospective apatite ore deposits has been made, the results of which were used as the basis for selecting the most investment-attractive ones.

**Keywords:** phosphate mineral ores, reserves, mining projects, expert assessment, investment-attractive deposits

**Acknowledgments:** The study was carried out within the framework of the state task of research No.0186\_2022-0005.

**For citation:** Gilyarova A.A. Phosphate mineral ores: reserves, production and mining projects. *Russian Mining Industry*. 2023;(5):72–77. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5-72-77>

**Введение**

Непрерывно растущие потребности мирового народного хозяйства в фосфорных удобрениях требуют добычи и переработки соответствующих фосфорсодержащих руд. Опыт сельского хозяйства свидетельствует о недостаточном для обеспечения высокого плодородия содержании фосфора в почвах, которое является следствием проблемы с неравномерностью распределения фосфатносырьевых ресурсов в мире. Особую актуальность эта проблема приобрела в современных геополитических условиях, отягощенных предкризисной продовольственной ситуацией<sup>1</sup> [1–3].

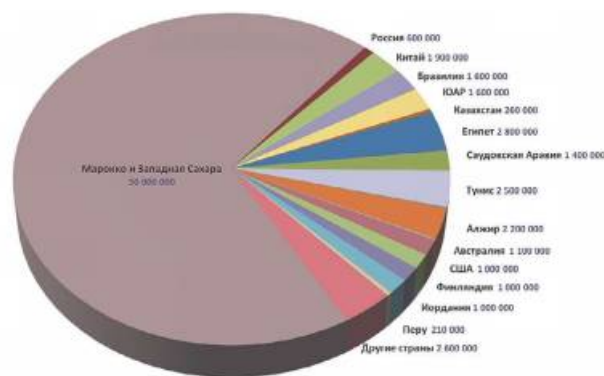
Мировые запасы фосфатов подсчитаны в 36 странах и оцениваются в 75,1 млрд т<sup>2</sup>. Анализ интернет-ресурсов и опубликованных данных показал, что запасы минерально-сырьевых фосфатов распределены по странам крайне неравномерно (рис. 1). Наиболее значительные запасы фосфатного минерального сырья сосредоточены в Северной Африке, на Ближнем Востоке и в Китае.

Запасы в Марокко и западной Сахаре составляют порядка 50 млрд т (около 73% от всех мировых)<sup>3</sup> и превышают более чем в 2,7 раза запасы всех других стран (см. рис. 1). В Китае, занимающем второе место, запасы за последние пять лет сократились с 3,2 до 1,9 млрд т. Далее целый ряд стран имеют запасы более 1 млрд т: Бразилия, ЮАР, Египет, Саудовская Аравия, Тунис, Алжир, Австралия, США, Финляндия, Иордания. Сделанные автором выводы в работе<sup>4</sup>, что фосфатные минерально-сырьевые запасы в мире распределены крайне неравномерно и количество запасов в определенной степени обуславливает роль страны в мировом производстве фосфорсодержащей продукции, получают подтверждение.

Минеральное фосфатное сырье в основном используется для получения фосфорных и комплексных удобрений, основными производителями которых являются Китай, Марокко, США и Россия, доминирующие на рынке фосфорсодержащих продуктов<sup>5</sup>.

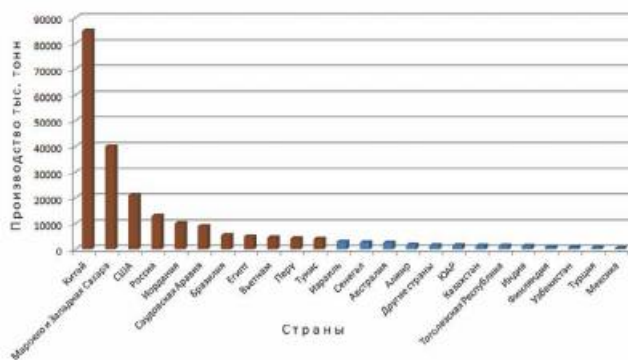
На рис. 2 приведены в систематизированном виде (по убыванию объемов производства) данные по 24 основным странам в мире, производящим фосфорсодержащую продукцию в наиболее значимых для мировой экономики объемах.

По состоянию на начало 2023 г.<sup>6</sup>, в топ-11 стран-производителей фосфорсодержащей продукции (выделены на рис. 2 коричневым цветом) входят: Китай, Марокко и Западная Сахара, США, Россия, Иордания, Саудовская Аравия, Бразилия, Египет, Вьетнам, Перу и Тунис. Следует подчеркнуть, что объем производства Китая фактически равен продукции всех других стран, вместе взятых. Это предопределяет приоритетное доминирование Китая на мировом рынке, даже с учетом стран, производящих свыше 10 млн т (Марокко и Западная Сахара, США и Россия).



**Рис. 1**  
Запасы минеральных фосфатных руд в странах мира, тыс. т  
Источник: Составлено автором с использованием данных отчета Геологической службы США 2023 г. (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)

**Fig. 1**  
Reserves of mineral phosphate ores in the countries of the world, thousand tons  
Source: Compiled by the author using data from the U.S. Geological Survey 2023 Report (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)



**Рис. 2**  
Наиболее значимое производство странами продукции из фосфатного минерального сырья  
Источник: Составлено автором с использованием данных отчета Геологической службы США 2023 года (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)

**Fig. 2**  
The most significant production of products from phosphate mineral raw materials by countries  
Source: Compiled by the author using data from the U.S. Geological Survey 2023 Report (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)

Вместе с тем анализ данных по запасам и объемам производства по странам за 2017–2022 гг. (последние 5 лет)<sup>7</sup> [4] показывает, что объем производства Китая фосфорсодержащей продукции сократился со 140 млн т (2017 г.) до 85 млн т, то есть более чем на 40%. В такой же пропорции уменьшились и геологические запасы фосфатного минерального сырья (с 3300 до 1900 млн т). Запасы фосфатного минерального сырья уменьшились также в Иордании (на 300 млн т), Перу (на 200 млн т), России и Бразилии (на 100 млн т), Индии, Израиле.

Производство фосфорсодержащего продукта, так же как в Китае, сократилось в США (на 6,7 млн т), в Мексике (на 1,55 млн т), в Израиле (на 1,0 млн т), в Австралии, Индии, Казахстане (0,1–0,5 млн т) и в других странах. В целом в мире производство фосфорсодержащего продукта сократилось с 262,6 млн т (2017 г.) до 220,1 млн т (2022 г.), то есть более чем на 15%<sup>8</sup>.

7 Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2018. 200 p.  
8 European Sustainable Phosphorus Platform – Home, Режим доступа: <http://www.phosphorusplatform.eu/>; О состоянии использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.; Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.; Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2018. 200 p.

1 European Sustainable Phosphorus Platform – Home. Режим доступа: <http://www.phosphorusplatform.eu/>; О состоянии использования минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.;  
2 European Sustainable Phosphorus Platform – Home. Режим доступа: <http://www.phosphorusplatform.eu/>; Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.  
3 Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.  
4 Melissa Pistilli. Top 10 Phosphate Countries by Production, Updated 2023. Available at: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/agriculture-investing/phosphate-investing/top-phosphate-countries-by-production>  
5 Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.  
6 European Sustainable Phosphorus Platform – Home, Режим доступа: <http://www.phosphorusplatform.eu/>; Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.; Melissa Pistilli. Top 10 Phosphate Countries by Production, Updated 2023. Available at: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/agriculture-investing/phosphate-investing/top-phosphate-countries-by-production>



Сырьевая база фосфатов России включает объекты апатитовых и фосфоритовых руд, также неравномерно распределенных по ее территории<sup>9</sup>. На сегодняшний день разрабатываются только апатит-нефелиновые месторождения, расположенные в Мурманской области. Их разработка обеспечивает российских производителей фосфорных и комплексных удобрений (КФ АО «Апатит» (АО «ФосАгро»), ГОК «Олений ручей» (АО «Северо-западная фосфорная компания», ПАО «Акрон»), АО «Ковдорский ГОК» (АО «МХК «Еврохим»)) высококачественным рудным минеральным сырьем, востребованным как внутри страны, так и на мировых рынках<sup>10</sup> [5].

Следует отметить, что апатитовые руды включены в перечень основных видов стратегического минерального сырья, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 30.08.2022 №2473-р<sup>11</sup>.

Поэтому для обеспечения потребностей сельских хозяйств как в мире, так и в России, необходимо уже сейчас проводить работу по выявлению потенциально инвестиционно-привлекательных фосфатных месторождений с применением различных методов их инвестиционной оценки. В связи с этим целью данного исследования являлось развитие методических подходов к инвестиционному анализу перспективных запасов фосфатного минерального сырья РФ на основе выявленных особенностей добычи и производства фосфорсодержащей продукции в предкризисной мировой продовольственной ситуации.

**Методы**

Выполнение исследований базировалось на методических подходах к информационно-логическому анализу российских и иностранных публикаций по фосфатным месторождениям, данных о запасах и объемах производства фосфорсодержащей продукции. Задействованы методы статистического анализа, стратегического анализа, планирования и прогнозирования. Используются методы оценки экономической эффективности инвестиционных проектов и экспертной оценки [6; 7].

Доступные данные систематизировались и обрабатывались в табличном и графическом виде с выявлением на их основе мировых и региональных тенденций и особенностей. Для оценки обеспеченности стран фосфатными ресурсами применен расчет, базирующийся на учете динамики их уменьшения за последние пять лет. Аналогично выполнен укрупнённый прогноз для разрабатываемых апатитовых месторождений России.

В работе с учетом экспертного мнения специалистов горнодобывающих предприятий предложены схемы ранжирования перспективных апатитовых месторождений по 10-балльной системе. Было принято, что для более благоприятных значений показателей оценка назначается 10 баллов, для менее благоприятных 6–8, для средних 4–6, для неблагоприятных 2 и 0 при отсутствии необходимых данных.

Первоначально ранжирование выполняется по горно-геологическим показателям, которые включают в себя: степень разведанности запасов, их количество, качество (содержание) апатита, наличие в руде экономически значимых компонентов, технологическая обогатимость, удаленность от железнодорожных станций, крупных су-

доходных рек и морских портов, удаленность от крупных городов и промышленных центров.

Технико-экономические показатели, в первую очередь рентабельность и срок окупаемости инвестиций, были включены в другую группу. В эту же группу были включены показатели, отражающие уровень возможного применения цифровых технологий, а также роботизации и автоматизации механизмов и горного оборудования [8–10]. Включение этих показателей является отличительной особенностью от известных подходов, позволяющей учесть как современные, так и перспективные тенденции развития горной промышленности. Оценка также производилась по 10-балльной системе, с аналогичным распределением баллов для благоприятных, менее благоприятных, средних и неблагоприятных значений показателей.

Предложенный методический подход ранжирования месторождений с использованием экспертной балльной оценки реализуется по следующему алгоритму:

1. Выбираются основные 7 горно-геологических показателей, по которым имеется информация о месторождении.
2. Выполняется ранжирование месторождений по горно-геологическим показателям с экспертной балльной оценкой.
3. Выполняется укрупнённый расчет двух технико-экономических показателей и двух показателей уровня цифровизации.
4. Выполняется ранжирование месторождений по технико-экономическим показателям с экспертной балльной оценкой.
5. Определяется итоговая сумма баллов по всем 11 показателям.
6. Выполняется проверка на выполнение условия превышения общей суммы баллов 2/3 (67%) от максимально возможной.
7. Выбираются месторождения, для которых выполнено условие больше 2/3 (67%), как приоритетно инвестиционно-привлекательные.

**Результаты**

На основе анализа динамики объемов запасов и производства выполнена укрупнённая оценка обеспеченности стран фосфатным минеральным сырьем (рис. 3).

Проведенными расчетами определено, что запасы фосфатного минерального сырья Китая при существующих объемах переработки могут быть исчерпаны уже через 25 лет (рис. 3, темно-синий цвет). Примерно на 50 лет, если принимать во внимание наиболее легкодоступные месторождения и их участки, хватит запасов России и США, после этого, если не будут реализованы новые горнорудные проекты по разработке новых месторождений, производство фосфорсодержащего продукта будет уменьшаться.

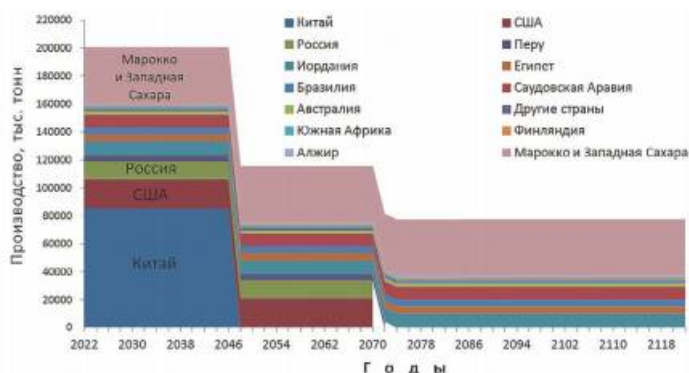
Мировая практика имеет современный опыт реализации горнорудных проектов по освоению фосфатных месторождений совместными международными или интегрированными компаниями<sup>12</sup> [8]. Это проекты TresEstradas, Lac A Paul phosphate, Baobab и другие (табл. 1), реализуемые в Марокко, Австралии, Канаде, Финляндии.

<sup>9</sup> О состоянии использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.

<sup>10</sup> О состоянии использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.

<sup>11</sup> О состоянии использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.

<sup>12</sup> European Sustainable Phosphorus Platform – Home. Режим доступа: <http://www.phosphorusplatform.eu/>; О состоянии использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2021 году. М.; 2022. 626 с.; Mineral commodity summaries, U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.; Melissa Pistilli, Top 10 Phosphate Countries by Production, Updated 2023. Available at: <https://investingnews.com/daily/resource-investing/agriculture-investing/phosphate-investing/top-phosphate-countries-by-production>



**Рис. 3**  
Расчетная обеспеченность стран мира фосфатным сырьем, т

Источник: Составлено автором с использованием данные отчета Геологической службы США 2023 года (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)

**Fig. 3**  
Estimated supply of countries with phosphate raw materials, tons

Source: Compiled by the author using data from the U.S. Geological Survey 2023 Report (Mineral commodity summaries. U.S. Geological Survey, Reston; 2023. 200 p.)

Из потенциальных российских в этот перечень нами включен пример успешной реализации горнорудного проекта по разработке комплексных апатитсодержащих руд месторождения Олений ручей Северо-Западной фосфорной компанией (СЗФК, Акрон). В настоящее время на базе этого проекта функционирует достаточно крупное горнодобывающее предприятие ГОК «Олений ручей», годовые объемы добычи которого уже достигают 5,2 млн т, а выпуск концентрата превысил 1,2 млн т. В планах компании вовлечение в эксплуатацию запасов месторождения Партомчорр, с несколько более бедным содержанием фосфора в рудах, но содержащих ценные попутные компоненты (РЗЭ, эгирин, нефелин сфен, титаномагнетит).

**Таблица 1**  
Крупные инвестиционные проекты по освоению рудных фосфатных месторождений

Компания / страна	Инвестиционный проект	Запасы, млн т	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Объем инвестиций, млн \$ США
Aguia Resources / Австралия	TresEstradas	83	5,2	860
Arianne Phosphate / Канада	Lac A Paul phosphate	472	6,9	6500
Avenira / Австралия	Vaobab	289	16–19,4	1040
Centrex Metals / Австралия	Ardmore	16,2	27,8	900
Grow MaxResources / Канада	Bayovar	593	28	3300
Itafos / Международная	Farim phosphate	150	27,7	830
Mosaic / США	Mosaic_1	260	14-19,5	880
Nutrien Ltd / Канада	Nutrien Ltd	н/д	н/д	н/д
Verdant Minerals / Австралия	Ammaroo	980	10–15	4950
СЗФК/ Россия	Олений ручей	543	7,56	1100

Источник: составлено автором по данным [5–9]. Source: compiled by the author based on data from [5–9].

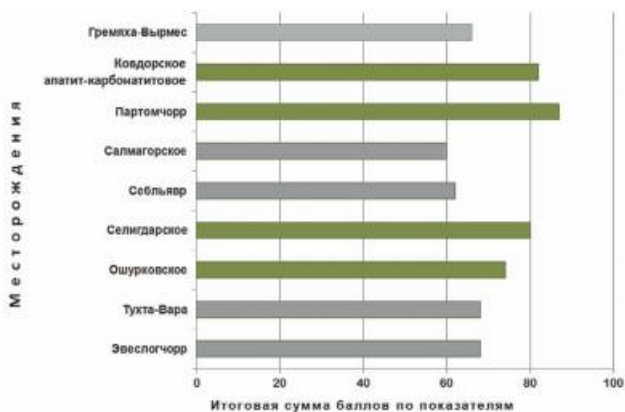
**Table 1**  
Major investment projects for the development of phosphate ore deposits

**Таблица 2**  
Горно-геологические показатели перспективных месторождений апатитовых руд

Месторождение	Разведанность	Эксплуатационные запасы, млн т	Содержание P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	Попутные компоненты	Обогатимость**	Расстояние от ж/д, км	Расстояние от городов, км
Гремяха-Вырмес	Пр	72,4	4,5	TiO <sub>2</sub> , Fe <sub>вал.</sub>	ЛО	20	7
Ковдорское апатит-карбонатитовое	Пр	26,1	3	Fe	Р	3	3
Партомчорр	Д	56,1	4-7,5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , ЗО, др.	Р	30	30
Салмагорское	П	30	5,2	Cu	ЛО	25	30
Себлявр	Пр	96,4	4,6	Fe <sub>общ.</sub>	Р	28	35
Селигдарское	Д	85,6	2,5	-	Р	240	50
Ошурковское	Д	108,5	2,5	-	Р	15	50
Тухта-Вара	Пр	14,8	3	Fe <sub>общ.</sub> , ZrO <sub>2</sub>	Р	20	20
Эвеслогчорр	Пр	53,7	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , РЗО, др.	ЛО	35	14

Источник: составлено автором по данным [5–11]. Source: compiled by the author based on data from [5–11].  
Примечания: \* Пр – предварительная разведка; Д – детальная разведка; П –поисковая стадия \*\* Р – рядовые; ЛО – легкообогатимые

**Table 2**  
Mining and geological indicators of promising apatite ores deposits



**Рис. 4**  
**Результаты экспертной балльной оценки перспективных апатитсодержащих месторождений (зеленым цветом выделены набравшие более 70 баллов)**

**Fig. 4**  
**Results of expert assessment of the considered prospective apatite-containing deposits (green color indicates those with more than 70 points)**

гий, роботизации и автоматизации механизмов и горного оборудования. Включение этих показателей является отличительной особенностью от известных подходов, позволяющей учесть как современные, так и перспективные тенденции развития горной промышленности. Качественная оценка (высокий, средний, низкий) этих показателей выполнена на основе доступных опубликованных данных – в ином случае указано н/д (нет данных).

Затем согласно принятому методическому подходу выполнена экспертная балльная оценка горно-геологических и технико-экономических показателей для каждого месторождения. Итоговая сумма для каждого месторождения найдена посредством сложения баллов по каждому из 11 показателей и составила от 60 до 87 (рис. 4). Наиболее инвестиционно-привлекательными в этом ряду являются Ковдорское апатит-карбонатитовое (82), Партомчорр (87), Селигдарское (80) и Ошурковское (74) месторождения (для этих месторождений итоговая сумма баллов более 2/3 от максимально возможной).

**Обсуждение результатов**

Выполненный анализ запасов фосфатного сырья и производства фосфорсодержащей продукции показал, что за исключением Китая, где существенно снизились как запасы, так и производство, паритет между другими странами сохраняется. Основными игроками на мировом рынке являются Китай, Марокко и Западная Сахара, США и Россия. Вместе с тем рядом зарубежных стран активно реализуются новые горнорудные проекты по освоению фосфатных месторождений. В России успешно реализован проект Северо-Западной фосфорной компании (ПАО «Акрон») на месторождении Олений ручей в Мурманской области.

В развитие этого в работе с применением инвестиционного анализа рассмотрены 9 перспективных месторождений с точки зрения их горно-геологических условий, укрупненной оценки технико-экономических показателей и уровня цифровизации.

**Список литературы**

1. Лыгач А.В., Лыгач В.Н. Фосфатно-сырьевая база России и ее роль в решении проблемы продуктов питания, а следовательно, продовольственной безопасности страны. *Недропользование XXI век.* 2022;(39):105–109. Режим доступа: [https://nedra21.ru/upload/iblock/022/2ut2a4in3a1pjr7ex1blb20llnbkqkxh/105\\_109\\_95\\_.pdf](https://nedra21.ru/upload/iblock/022/2ut2a4in3a1pjr7ex1blb20llnbkqkxh/105_109_95_.pdf)

С применением предложенного автором метода ранжирования месторождений на основе экспертной балльной оценки 11 горно-геологических и технико-экономических показателей выбраны 4 наиболее инвестиционно-привлекательных месторождения, 2 из которых расположены в Мурманской области (Партомчорр и Ковдорское апатит-карбонатитовое) и 2 – в Западной Сибири (Селигдарское и Ошурковское).

Необходимо отметить, что метод ранжирования месторождений на основе экспертной балльной оценки горно-геологических и технико-экономических, включая уровень цифровизации, показателей обладает несомненными преимуществами: универсальность, относительная простота, оперативность, легкость расчетов, охват необходимой представительной выборки горно-геологических и технико-экономических показателей, сведение к единой итоговой сумме баллов. К недостаткам следует отнести определенный субъективизм экспертов при выставлении баллов по показателям; отсутствие учета санкций и современных геополитических условий, а также логистики и особенностей рынка.

**Заключение**

Выполнен анализ запасов фосфатного минерального сырья и производства фосфорсодержащей продукции в мире. Выявлены особенности добычи и переработки апатитовых руд, заключающиеся в том, что основными странами-производителями фосфорсодержащей продукции, доминирующими на мировом рынке, являются Китай, Марокко, США и Россия. На современном этапе объемы добычи и переработки фосфатного минерального сырья снизились, горнотехнические условия усложнились с соответствующим ухудшением качества добываемых руд. Это не могло не сказаться на геополитических условиях и проявлении признаков предкризисной продовольственной ситуации в мире. На этом фоне согласно выполненным прогнозным расчетам важной является оценка истощаемости запасов фосфатного минерального сырья в Китае (25 лет), США (50 лет) и в других странах. После этого, если не будут реализованы новые горнорудные проекты по разработке новых месторождений, производство фосфорсодержащего продукта в мире будет уменьшаться.

Россия обеспечена запасами, вовлеченными в разработку, на 50 и более лет. Вместе с тем в работе показано, что для обеспечения потребностей сельских хозяйств как в мире, так и в России, необходимо уже сейчас проводить работу по выявлению потенциально инвестиционно-привлекательных фосфатных месторождений с применением различных методов их инвестиционной оценки. Для этого в работе предложен методический подход к экспертной балльной оценке перспективных месторождений фосфатного минерального сырья, включающей 7 горно-геологических показателей и 4 технико-экономических, с учетом уровня цифровизации. Реализация подхода позволила определить 4 месторождения фосфатного минерального сырья, обладающих наибольшей инвестиционной привлекательностью.



2. El Attar I., Hnini M., Taha K., Aurag J. Phosphorus availability and its sustainable use. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2022;22(4):5036–5048. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00980-z>
3. Abraham A.J., Roman J., Doughty C.E. The sixth R: revitalizing the natural phosphorus pump. *Science of The Total Environment*. 2022;832:155023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155023>
4. Чуркин О.Е., Ларичкин Ф.Д., Гилярова А.А. Фосфатные ресурсы Арктики: современное состояние и среднесрочные перспективы. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2018;(6):73–79. <https://doi.org/10.25702/KSC.2220-802X.6.2018.62.73-79>
5. Георгиевский А.Ф., Бугина В.М. Современное состояние и перспективы развития фосфатно-сырьевой базы России. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования*. 2020;21(3):97–207. <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-3-197-207>
6. Чуркин О.Е., Гилярова А.А. Методические подходы к оценке инвестиционной привлекательности перспективных рудных месторождений Мурманской области. *Фундаментальные исследования*. 2020;(11):205–210. <https://doi.org/10.17513/fr.42899>
7. Пономаренко Т.В., Хан-Цай Е.А. Анализ проблем реализации горных стратегических инвестиционных проектов в современных российских условиях. *Управление экономическими системами*. 2016;(6):36–44.
8. Mogollón J.M., Beusen A.H.W, van Grinsven H.J.M., Westhoek H., Bouwman A.F. Future agricultural phosphorus demand according to the shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change*. 2018;50:149–163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.03.007>
9. Гилярова А.А. Горнорудная промышленность: подходы к экономическому учету современных геотехнологий и инноваций. *Север и рынок: формирование экономического порядка*. 2020;(1):117–126. <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2020.67.010>
10. Barnewold L., Lottermose B.G. Identification of digital technologies and digitalisation trends in the mining industry. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2020;30(6):747–757. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.07.003>
11. Лукичев С.В., Жиров Д.В., Чуркин О.Е. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевого комплекса Мурманской области. *Горный журнал*. 2019;(6):19–24. <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.06.01>

### References

1. Lygach A.V., Lygach V.N. Russian phosphate-bearing raw material base and its role in solving the problem of food, and therefore the country's food security. *Nedropolzovanie XXI vek*. 2022;(39):105–109. (In Russ.) Available at: [https://nedra21.ru/upload/iblock/022/2ut2a4in-3a1pjr7ex1blb20llnbkqkxk/105\\_109\\_95\\_.pdf](https://nedra21.ru/upload/iblock/022/2ut2a4in-3a1pjr7ex1blb20llnbkqkxk/105_109_95_.pdf)
2. El Attar I., Hnini M., Taha K., Aurag J. Phosphorus availability and its sustainable use. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2022;22(4):5036–5048. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00980-z>
3. Abraham A.J., Roman J., Doughty C.E. The sixth R: revitalizing the natural phosphorus pump. *Science of The Total Environment*. 2022;832:155023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155023>
4. Churkin O.E., Larichkin F.D., Gilyarova A.A. Arctic phosphatic resources: current state and middle-term trends. *Север и Рынок: Формирование Экономического Порядка*. 2018;(6):73–79. (In Russ.) <https://doi.org/10.25702/KSC.2220-802X.6.2018.62.73-79>
5. Georgievskiy A.F., Bugina V.M. Actual situation and prospects for the development of the phosphate-raw material base of Russia. *RUDN Journal of Engineering Research*. 2020;21(3):97–207. (In Russ.) <https://doi.org/10.22363/2312-8143-2020-21-3-197-207>
6. Churkin O.E., Gilyarova A.A. Methodological approaches to assessing the investment attractiveness of promising ore deposits in the Murmansk region. *Fundamental Research*. 2020;(11):205–210. (In Russ.) <https://doi.org/10.17513/fr.42899>
7. Ponomarenko T.V., Han-Tsai E.A. Analysis of problems of implementation of mining strategic investment projects in modern Russian conditions. *Управление Экономическими Системами*. 2016;(6):36–44. (In Russ.)
8. Mogollón J.M., Beusen A.H.W, van Grinsven H.J.M., Westhoek H., Bouwman A.F. Future agricultural phosphorus demand according to the shared socioeconomic pathways. *Global Environmental Change*. 2018;50:149–163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.03.007>
9. Gilyarova A.A. Mining industry: Approaches to economic accounting of modern geotechnologies and innovations. *Север и Рынок: Формирование Экономического Порядка*. 2020;(1):117–126. (In Russ.) <https://doi.org/10.37614/2220-802X.1.2020.67.010>
10. Barnewold L., Lottermose B.G. Identification of digital technologies and digitalisation trends in the mining industry. *International Journal of Mining Science and Technology*. 2020;30(6):747–757. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.07.003>
11. Lukichev S.V., Zhiron D.V., Churkin O.E. Mineral reserves and mineral resources of the Murmansk Region: Current conditions and prospects. *Gornyi Zhurnal*. 2019;(6):19–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2019.06.01>

### Информация об авторе

**Гилярова Ася Анатольевна** – кандидат экономических наук, Горный институт Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-9655-5486>; e-mail: [a.gilyarova@ksc.ru](mailto:a.gilyarova@ksc.ru)

### Information about the author

**Asya A. Gilyarova** – Cand. Sci. (Econ.), Researcher, Mining Institute Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-9655-5486>; e-mail: [a.gilyarova@ksc.ru](mailto:a.gilyarova@ksc.ru)

### Информация о статье

Поступила в редакцию: 09.08.2023  
Поступила после рецензирования: 23.08.2023  
Принята к публикации: 26.08.2023

### Article info

Received: 09.08.2023  
Revised: 23.08.2023  
Accepted: 26.08.2023