

## Проблемы добычи металлических руд

В.И. Голик ✉

«Московский политехнический университет, г. Москва, Российская Федерация

✉ [v.i.golik@mail.ru](mailto:v.i.golik@mail.ru)

**Резюме:** Практически неисчерпаемые ресурсы недр позволяют России занимать ведущие позиции по запасам основных видов полезных ископаемых, но прирост разведанных запасов России восполняется недостаточными темпами, что создает угрозу ее минерально-сырьевой базе. За рубежом продаются дефицитные редкие металлы. Остановлено производство на не приносящих немедленной прибыли предприятиях. Слабо утилизируются хвосты переработки руд несмотря на появление инновационных технологий, таких как выщелачивание металлов. В статье представлены обобщение публикаций и результатов исследований, систематизация и анализ результатов исследований, прогнозирование на инженерном уровне. Дана справка о добыче основных руд черных, цветных и благородных металлов. Показано, что масштабные геолого-поисковые работы новых месторождений полезных ископаемых сократились, а разрыв между объемами добычи и воспроизводства запасов увеличился. Охарактеризована особенность запасов металлического сырья России, определяющая проблемы их разработки. Приведена динамика показателей добычи полезных ископаемых в годы восстановления ослабленного потенциала. Сформулированы основные проблемы горнопромышленного производства при переходе от индустриального к постиндустриальному обществу, в том числе сокращение объемов добычи полезных ископаемых с уменьшением материалоемкости технологий использования металлов. Отмечено, что изменение конъюнктуры металлов на мировом рынке открывает дорогу геотехнологическим методам добычи, в том числе подземному, кучному, скважинному выщелачиванию и выщелачиванию в скоростных мельницах-дезинтеграторах. Детализированы приоритетные задачи горнодобывающего и перерабатывающего производства. Материал статьи может быть востребован при оценке вовлечения в разработку природных и техногенных запасов металлических руд.

**Ключевые слова:** недра, металлы, добыча полезных ископаемых, переработка, воспроизводство запасов, месторождение, геотехнологии, минералы, выщелачивание

**Для цитирования:** Голик В.И. Проблемы добычи металлических руд. *Горная промышленность*. 2026;(2):92–96. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-2-92-96>

## Challenges of metal ore mining

V.I. Golik ✉

Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation

✉ [v.i.golik@mail.ru](mailto:v.i.golik@mail.ru)

**Abstract:** The virtually inexhaustible subsoil resources allow the Russian Federation to occupy a leading position regarding the reserves of the main useful mineral types, but the proven reserves in Russia are not being incremented at a sufficient pace, which poses a threat to its mineral resource base. Scarce rare metals are sold abroad. Production has been stopped at companies that do not generate immediate profit. Ore processing tailings are poorly utilized despite the emergence of innovative technologies such as metal leaching. The following methods were used: generalization of publications and research results, systematization and analysis of research results, forecasting at the engineering level. The result obtained included information on extraction of the main ores of ferrous, non-ferrous and precious metals. It is shown that large-scale geological exploration of new mineral deposits has decreased, while the gap between the mining volumes and reproduction of reserves has increased. The paper provides characteristics of Russia's reserves of metal raw materials that determine the challenges in their development. The dynamics of mineral mining volumes are presented for the years of the weakened resource base recovery. The main challenges of mining operations during the transition period from the industrial to the post-industrial society are formulated, including a reduction in the mining volumes due to decreasing material intensity of the metal-based technologies. It is noted that the changing demand-supply situation in the global metals market opens up opportunities for geotechnological extraction methods, including in situ leaching, heap leaching, drillhole in situ leaching and leaching in high-speed disintegrator mills. The priority tasks of mining and processing operations are specified in details. The material of the article can be used in assessing the potential development of natural and man-made reserves of metal ores.

**Keywords:** subsoil, metals, mining operations, processing, reserve increment, deposit, geotechnology, minerals, leaching

**For citation:** Golik V.I. Challenges of metal ore mining. *Russian Mining Industry*. 2026;(2):92–96. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2026-2-92-96>

## **Введение**

После распада СССР Россия остаётся наиболее обеспеченным природными ресурсами государством мира. В расчёте на душу населения ресурсный потенциал России в разы превосходит потенциал США, Германии и Японии. Стоимость ресурсов России составляет 26–27 трлн долл. США, а её национальное богатство оценивается в 3,3 трлн долл.

Россия является абсолютным лидером среди 166 горнодобывающих государств по числу добываемых минеральных продуктов – 48 наименований, при том что подавляющая часть государств добывает не более 10 видов минералов. Доля отечественной горнодобывающей промышленности в мировом производстве достигает 10%. По этому показателю Россия находится на третьем месте после США и Китая.

По добыче отдельных видов минеральных продуктов Россия занимает места не ниже пятого, что подтверждает высокое положение ее горнодобывающего производства в мире.

Горнодобывающая промышленность играет важную роль в экономике России. На долю черных и цветных металлов приходится соответственно 35–45 и 30–40% экспортируемой продукции горно-металлургического комплекса. Около 40% фондов промышленных предприятий и до 15% балансовой стоимости основных фондов экономики России сосредоточено в сфере недропользования, добываемыми отраслями обеспечивается более 25% ВВП и около 50% объема экспорта страны.

Полезные ископаемые и продукты их первичной переработки обеспечивают 2/3 валютных поступлений и являются основным источником формирования доходной части бюджета страны. Обладая огромными запасами хвостов обогащения и металлургии, Россия слабо утилизирует их для производства металлов и строительной продукции.

Развивается концепция комбинирования технологий разработки рудных месторождений с целью возрождения предприятий, разрабатывающих месторождения на основе результатов технологического картирования и переоценки остаточных балансовых запасов [1–3].

Появляются результаты исследований безотходной переработки хвостов обогащения и оценки природных и техногенных месторождений как объектов выщелачивания, а также системной оценки хвостохранилищ с точки зрения вовлечения их в эксплуатацию [4–6].

Разрабатываются и осваиваются технологии извлечения металлов из технологически вскрываемых руд и хвостов переработки руд выщелачивания в активаторах [7–9].

К мониторингу безопасности эксплуатации как месторождений, так и землепользования в регионах добычи и переработки руд привлекаются новые технологии, например акустической резонансной дефектоскопии, реализуются технологические тренды и результаты внедрения прорывных инноваций [10–12].

Стратегическое значение минерально-сырьевых ресурсов обеспечивает достижение государственных геополитических интересов России.

## **Материалы и методы**

Проведено обобщение публикаций и результатов исследований, систематизация и анализ результатов исследований, прогнозирование на инженерном уровне.

## **Результаты**

### **Добыча металлосодержащего сырья**

**Алюминий.** Добыча бокситов в России составляет около 3 млн т. Крупными производителями глинозема являются Ачинский глиноземный комбинат (РУСАЛ-Ачинск) и Богословский алюминиевый завод (Свердловская область). Братский и Красноярский алюминиевые заводы выпускают каждый около 1 млн т алюминия в год.

**Хром и марганец.** Добыча хромовых руд составляет 650–750 тыс. т. Главным производителем хромовой руды в СНГ является Казахстан, добывающий до 4 млн т руды в год на Донском ГОКе.

**Марганец.** Главным производителем товарной марганцевой руды в СНГ является Украина (до 1,2 млн т). В Казахстане выпуск товарной марганцевой руды увеличился до 1 млн т.

**Ферросплавы.** Украина, Россия и Казахстан производят 5 млн т ферросплавов. Первое место занимает Казахстан (1,7 млн т). Основные ферросплавные предприятия: Аксуский завод (Казахстан) и Челябинский электрометаллургический комбинат. Объем экспортных поставок 800–900 тыс. т, а доля экспорта превышает 50%.

**Легирующие металлы.** Россия занимает первое место в мире, производя до 16 тыс. т металлического хрома на Ключевском заводе ферросплавов, Новотроицком заводе хромовых соединений и «Полема», а также 3-е место по производству феррованадия на предприятиях «Ванадий-Тула» и Чусовской металлургический завод. Ферромolibдена производится 6–7 тыс. т на Сорском и Жирекенском заводах.

**Медь.** Запасы меди в странах СНГ составляют около 180 млн т, из которых на долю России приходится около 50%. Крупные месторождения: Удоканское, Октябрьское, Талнахское, Гайское. Выпуск рафинированной меди в России составляет 900 тыс. т/год. Крупными предприятиями являются комбинат «Уралэлектромедь» (УТМК) и Заплярный филиал ГМК «Норильский никель». Значительные мощности у медеплавильных заводов: Жезказганского и Балхашского, выпускающих более 300 тыс. т рафинированной меди.

**Галлий и индий.** Казахстан и Украина производят около 80%. Россия производит 4–6 т/год галлия на предприятии ООО «Галлий». Главным производителем галлия (25 т/год) является Павлодарский алюминиевый завод. Основным производителем индия является Челябинский цинковый завод (5–6 т/год).

**Золото.** Запасы золота в странах СНГ оцениваются примерно в 18 тыс. т, из которых 50% находится в России. Крупные месторождения с запасами 1500 т – Наталкинское и Сухой Лог. Производство золота в России достигает 200 т/год. Добыча из коренных месторождений составляет 65%. В России ЗАО «Полюс Золото» добывает до 40 т, Узбекистан – более 80 т, Казахстан – более 20 т, Киргизия – более 15 т/г.

**Железо.** По запасам железных руд (около 56 млрд т) Россия занимает 1-е место в мире. В СНГ на долю России приходится около 60% запасов, остальные запасы распределяются между Украиной и Казахстаном. Лебединский и Михайловский ГОК добывают до 17 млн т/год. Россия производит 100 млн т товарной железной руды, занимая 5-е место в мире.

**Магний и титан.** В СНГ на долю России приходится более 60% магния и 50% титановой губки. Ильменитовые концентраты производятся на Украине в Вольногорском ГМК и Иршанском ГОКе. Производителями магния и титана

являются Соликамский магниевый завод, ОАО «АВИСМА» и ОАО «ВСМПО» (25 тыс. т титана и 10 тыс. т магния), Соликамский магниевый завод (11–14 тыс. т магния и до 3 тыс. т титана), Усть-Каменогорский титаномагний комбинат и Запорожский титаномагний комбинат.

**Молибден и вольфрам.** По запасам молибдена в СНГ на первом месте находится Россия (40%), а по запасам вольфрама – Казахстан (60%). Запасами молибдена располагает Армения (25%). Россия выпускает более 4 тыс. т/год молибденовых концентратов. Основными производителями молибденового концентрата являются Сорский, Жирекенский и Зангезурский ГОКи. Вольфрам в концентрате производится только в России на 6 предприятиях, в том числе на Приморском ГОКе – около 60%.

**Никель.** Запасы никеля в СНГ составляют около 20 млн т. На долю России приходится из них 90%, остальное на Украину и Казахстан. Более 70% всех запасов локализовано в месторождениях Октябрьское и Талнахское. На долю ГКМ «Норильский никель» приходится 90% выпуска товарного никеля. Мощности по производству рафинированного никеля функционируют в ГКМ «Норильский никель»: Заполярный филиал и Кольская горно-металлургическая компания.

**Ниобий и тантал.** На долю России приходится почти 100% запасов ниобия и 98% тантала. Разрабатывается Ловозерское месторождение. Концентрат, объемом до 10 тыс. т, содержащий ниобий, тантал и редкоземельные металлы, перерабатывают на Соликамском магниевом заводе. Импортное тантал-ниобиевое сырье перерабатывает Ульяновский металлургический комбинат, выпуская до 50 т ниобия и до 270 т тантала в год.

**Платиноиды.** По добыче и производству палладия Россия находится на 1-м месте в мире, по платине – на 2-м. Около 90% платины и палладия извлекают при переработке медно-никелевых руд, остальное добывают из россыпных месторождений и утилизируют из вторичного сырья.

**Редкоземельные металлы.** Запасы редкоземельных металлов СНГ (99%) локализованы на Ловозерском месторождении лопарита. Лопаритовый концентрат содержит до 34% редкоземельных металлов. Соликамский магниевый завод поставляет до 3 тыс. т оксидов. Иртышская редкоземельная компания, перерабатывающая сырье из Китая и России, выпускает соединения редкоземельных металлов.

**Кремний.** Кремний производится на Уральском алюминиевом заводе и Иркутском алюминиевом заводе. Наиболее крупным производителем является Подольский химико-металлургический завод.

**Серебро.** Основные запасы серебра локализованы в России (38%), Казахстане (26%), Таджикистане (22%) и Узбекистане. В России производят с учетом попутного и вторичного сырья до 1500 т/год серебра. Больше всех добывают из Дукатского месторождения. Аффинажа серебра осуществляют «Красцветмет», «Уралэлектромедь» и Приокский завод цветных металлов. Крупным производителем серебра является Казахстан (до 700 т/г).

**Олово.** Олово в концентрате и металлическое олово в СНГ производит только Россия. Выпуск олова в концентрате в количестве до 1 тыс. т обеспечивается предприятиями «Сахаолово» (Якутия) и «Дальолово» (Хабаровский край). Металлическое олово производится Новосибирским оловянным комбинатом, который выпускает до 1,4 тыс. т/год.

**Уран.** Запасы урана в СНГ оцениваются в 1,5 млн т – Казахстан (49%) и Россия (32%), Украина, Узбекистан и

Армения. На первом месте в СНГ и 3-м месте в мире находится Казахстан «Казатомпром». Урановую продукцию выпускают в Узбекистане и Украине.

**Цинк и свинец.** Страны СНГ обладают запасами цинка и свинца, соответственно 90 и 55 млн т, в том числе Россия соответственно 48 и 38% запасов. России принадлежит приоритет в выпуске свинца в концентрате (100 тыс. т/год), а Казахстану – цинка в концентрате (200 тыс. т/год). Цинк производят на Челябинском цинковом заводе. В Казахстане цинк выпускают Усть-Каменогорский и Риддерский цинковые заводы.

**Цирконий.** Запасы циркония распределяются между Россией (70%), Украиной (20%) и Казахстаном (10%). Разрабатываются месторождения: Малышевское на Украине и Ковдорское в России (до 8 тыс. т концентрата).

**Особенности обеспеченности металлическим сырьем**

По запасам железных руд Россия занимает первое место в мире, но среди них руд с содержанием железа 60% менее 10%, при том, что, например, у Австралии, Бразилии и Китая таких руд около двух третей от запасов.

По наличию медного сырья Россия занимает третье место в мире, но богатые руды уже практически выработаны. Цинковые и свинцовые руды в 2–3 раза уступают по качеству рудам Австралии и Канады. Крупнейшие в мире запасы оловянных руд в 2–3 раза уступают по качеству бразильским, индонезийским и малайзийским рудам. Самые большие запасы титановых руд имеют низкое содержание металла. По качеству бокситов руды уступают рудам Австралии, Гвинеи и Греции. Содержание металла в вольфрамовых рудах в 2 раза ниже, чем в Китае, а в молибденовых – в 3–4 раза ниже, чем в США.

Исключением являются норильские месторождения руд высокого качества, из которых добывается более 20% мирового сырья для производства никеля, 10% кобальта, 3% меди, значительная часть платины и других ценных металлов.

Динамика показателей добычи полезных ископаемых в новейший период представлена в табл. 1.

**Таблица 1**  
Добыча металлических руд в России

**Table 1**  
Metal ore mining in the Russian Federation

Годы	Количество предприятий	Товарная продукция, млрд руб.	К предыдущему году, %
2005	4105	376	97,7
2006	4302	428	104,2
2007	4510	505	104,0
2008	5164	621	101,1
2009	5610	553	92,6
2010	5870	747	107,3

**Проблемы горнопромышленного производства**

Флагманы железорудной промышленности – Лебединский, Михайловский, Стойленский, Качканарский, Костомукшский, Ковдорский ГОКи – обеспечены запасами на 25–35 лет и более. Вместе с тем основной карьер Оленегорского ГОКа обеспечен запасами менее чем на 15 лет,

через 10–15 лет будут полностью отработаны богатые руды Михайловским и Стойленским ГОКами.

В текущем веке промышленное производство станет менее материалоемким, что может снизить спрос на минеральное сырье.

У высокого статуса российской горнодобывающей отрасли есть опасность понижения мирового рейтинга. Масштабные геолого-поисковые работы новых месторождений полезных ископаемых сократились, а разрыв между объемами добычи и воспроизводства запасов достиг угрожающих размеров.

Изменение концепции собственности интенсифицировало выборочную выемку запасов. Действующие условия пересматриваются с выводом из промышленных запасов невыгодных для эксплуатации участков месторождений.

Недропользователи предпочитают получить прибыль за счет увеличения объемов основного производства, не тратя средств на утилизацию отходов добычи и переработки.

Изменение конъюнктуры металлов открыло дорогу геотехнологическим методам добычи, в том числе подземному, кучному, скважинному выщелачиванию и выщелачиванию в скоростных мельницах-дезинтеграторах с комбинированной механической и химической активацией процесса. Проблемы упрочнения минеральной базы горной промышленности:

- неравномерность распределения полезных ископаемых с расположением около трети всех минеральных запасов России в Западной Сибири, около четверти – в Восточной и 8–12% – в остальных экономических районах;

- высокие затраты на добычу ресурсов в районах с некомфортным климатом и доставку к потребителям, например, из Норильска в Мурманскую область для переработки;

- концентрация на небольшом количестве крупных месторождений, что увеличивает затраты на перевозку продукции к потребителям. Половина перевозимых в России грузов – это полезные ископаемые;

- экспорт ресурсов за границу в виде сырья, например, 90% меди и олова, 65% цинка.

**Уран.** В СССР была создана самая крупная в мире сырьевая база атомной энергетики. В результате прекращения его существования большая часть разведанных запасов урана оказалась в странах СНГ. В России практически весь уран производится Приаргунским горно-химическим комбинатом.

**Железные руды.** Максимум добычи достигнут в 1988 г.: СССР – 575, Россия – 270 млн т. С 1990 г. спад добычи достиг максимума в 1995 г. Текущее производство товарных железных руд превышает потребности страны.

**Марганцевые руды.** По разведанным запасам (3150 млн т) и добыче (18–20 млн т/год) в начале 1990-х годов СССР занимал первое место в мире, но доля России в запасах составляла всего 5,5%.

**Хром.** В СССР доля России в разведанных запасах достигала 5,4% (1991 г.). Потребность в товарной руде оценивается в 1,5 млн т и за счет собственных источников удовлетворяется не более чем на 10%.

**Цветные и редкие металлы.** Распад СССР и спад объемов геологоразведочных работ сопровождались уменьшением разведанных запасов на 4–5%. Добыча полезных ископаемых снизилась по отдельным металлам на 35–60%.

**Благородные металлы.** Россия к 1991 г. занимала первое место по запасам, и второе по добыче. К 2000 г. Россия по производству золота переместилась со второго на шестое место в мире.

К приоритетным задачам горнопромышленного производства относятся: разработка новых методов эксплуатации месторождений, повышение полноты использования недр, рациональное использование выработанного пространства, интенсификация морской добычи полезных ископаемых и т.п.

Проблемы обеспечения металлами включают в себя факторы:

- полнота извлечения из недр и обогащения руд;
- комплексность использования руд;
- использование техногенных месторождений;
- повышение гуманности отношения к окружающей среде.

#### **Выводы**

1. Для сохранения ведущих позиций России по запасам металлических руд требуется их восполнение.
2. Резервом сохранения и прироста ресурсного потенциала является утилизация хвостов переработки руд инновационными технологиями.
3. Конъюнктура металлов на мировом рынке открывает дорогу геотехнологическим методам добычи, в том числе подземному, кучному, скважинному выщелачиванию и выщелачиванию в скоростных мельницах-дезинтеграторах.

#### **Список литературы / References**

1. Голик В.И., Комащенко В.И., Качурин Н.М. Концепция комбинирования технологий разработки рудных месторождений. *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле.* 2015;(4):76–88. Golik V.I., Komashchenko V.I., Kachurin N.M. Concept of combining technologies by mining ore deposits. *Izvestiya Tulskego Gosudarstvennogo Universiteta. Nauki o Zemle.* 2015;(4):76–88. (In Russ.)
2. Хакулов В.А., Карамурзов Б.С., Сыцевич Н.Ф., Кононов О.В. Перспективы возрождения разработки Тырныаузского месторождения на основе технологического картирования и переоценки остаточных балансовых запасов. *Горный журнал.* 2015;(8):13–18. <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.08.03> Khakulov V.A., Karamurzov B.S., Sytsevich N.F., Kononov O.V. Prospects of mining revitalization at Tyrnyauzsky deposit based on geotechnical mapping and reappraisal of remaining reserves. *Gornyi Zhurnal.* 2015;(8):13–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.17580/gzh.2015.08.03>

3. Benalia M.C., Youcef L., Bouaziz M.G., Achour S., Menasra H. Removal of heavy metals from industrial wastewater by chemical precipitation: mechanisms and sludge characterization. *Arabian Journal for Science and Engineering*. 2022;47(5):5587–5599. <https://doi.org/10.1007/s13369-021-05525-7>
4. Golik V.I., Stradanchenko S.G., Maslennikov S.A. Experimental study of non-waste recycling tailings ferruginous quartzite. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015;10(15):35410–35416.
5. Хулелидзе К.К., Кондратьев Ю.И., Заалишвили В.Б., Бетрозов З.С. Оценка коренных и техногенных месторождений РСО-Алания как возможных объектов применения технологии подземного и кучного выщелачивания. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2016;8(1):46–51. <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2016-8-1-46-51>  
Khulelidze K.K., Kondratev Yu.I., Zaalishvili V.B., Betrozov Z.S. Evaluation of original and technogenic deposits of the republic of north Ossetia-Alania as possible objects of application of underground and heap leaching technology. *Sustainable Development of Mountain Territories*. 2016;8(1):46–51. (In Russ.) <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2016-8-1-46-51>
6. Coelho P., Camacho D. The experimental characterization of iron ore tailings from a geotechnical perspective. *Applied Sciences*. 2024;14(12):5033. <https://doi.org/10.3390/app14125033>
7. Golik V.I., Razorenov Y.I., Polukhin O.N. Metal extraction from ore beneficiation codas by means of lixiviation in a disintegrator. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015;10(17):38105–38109.
8. Bosikov I.I., Klyuev R.V., Dmitrak Yu.V. Analysis of hazardous processes in the natural-industrial system. In: Litvinenko V. (ed.) *Advances in raw material industries for sustainable development goals*. London: CRC Press; 2020, pp. 422–429. <https://doi.org/10.1201/9781003164395>
9. Валиев Н.Г., Головырин С.С., Макаров В.В. К вопросу об использовании систем искусственного интеллекта в процедурах аудита современного горного производства (проблематика решения задач современного горного производства с использованием мультиагентных систем). *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2017;(S23):134–139.  
Valiyev N.G., Golovyryn S.S., Makarov V.V. To a question of use of systems of artificial intelligence in procedures of audit of modern mining (a perspective of the solution of tasks of modern mining with use the multiagency of systems). *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2017;(S23):134–139. (In Russ.)
10. Meskhi B., Pleshko M., Buligin Yu., Alexeenko L., Molev M. Ensuring safe operation and assessing the condition underground structures by the method of acoustic resonance flaw detection. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2017;90:012217. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/90/1/012217>
11. Adero N.J., Drebenstedt C., Prokofeva E.N., Vostrikov A.V. Spatial data and technologies for geomonitoring of land use under aspect of mineral resource sector development. *Eurasian Mining*. 2020;(1):69–74. <https://doi.org/10.17580/em.2020.01.14>
12. Sánchez F., Hartlieb P. Innovation in the mining industry: technological trends and a case study of the challenges of disruptive innovation. *Mining, Metallurgy & Exploration*. 2020;37(5):1385–1399. <https://doi.org/10.1007/s42461-020-00262-1>

**Информация об авторе**

**Голки Владимир Иванович** – доктор технических наук, профессор кафедры металлургии, Московский политехнический университет, г. Москва, Российская Федерация; <https://orcid.org/0000-0002-1181-8452>; e-mail: [vi.golik@mail.ru](mailto:vi.golik@mail.ru)

**Information about the author**

**Vladimir I. Golik** – Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Department of Metallurgy, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0002-1181-8452>; e-mail: [vi.golik@mail.ru](mailto:vi.golik@mail.ru)

**Информация о статье**

Поступила в редакцию: 13.01.2026  
Поступила после рецензирования: 09.02.2026  
Принята к публикации: 11.02.2026

**Article info**

Received: 13.01.2026  
Revised: 09.02.2026  
Accepted: 11.02.2026