

Использование природных ресурсов юга России

В. И. Голик✉

Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН, г. Владикавказ,

Российская Федерация

✉ v.i.golik@vail.ru

Аннотация: Состояние природных ресурсов и тенденции их использования становятся актуальнее с увеличением потребности отраслей промышленности в металле. Предложено в качестве гаранта разделения зон производства и рекреации принять условие сохранности земной поверхности. Сформирована модель для определения эколого-экономической эффективности природосбережения. Предложен показатель производственно-экологического совершенства предприятия. Разработан алгоритм управления потенциалом горного предприятия. Определены объекты модернизации промышленности РСО-Алания. Реализация методики исследований позволяет оптимизировать параметры выщелачивания металлов, снизить затраты на их добычу, увеличить диапазон применения ресурсо- и природосберегающей технологии, оптимизировать производство на действующих предприятиях и повысить качество проектов освоения новых месторождений.

Ключевые слова: природосбережение, ресурсы, РСО-Алания, металл, модель, алгоритм управления, выщелачивание, технология

Для цитирования: Голик В.И. Использование природных ресурсов юга России. *Маркшейдерия и недропользование*. 2025;25(5):44-48. <https://doi.org/10.56195/20793332-2025-25-5-44-48>.

Use of natural resources in the south of Russia

V. I. Golik✉

Geophysical Institute of the Vladikavkaz Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Vladikavkaz,

Russian Federation

✉ v.i.golik@vail.ru

Abstract: The state of natural resources and trends in their use are becoming more relevant with the increasing demand of industries for metal. It is proposed to accept the condition of preservation of the earth's surface as a guarantor of the separation of production and recreation zones. A model has been formed to determine the ecological and economic efficiency of environmental conservation. The indicator of industrial and ecological perfection of the enterprise is proposed. An algorithm for managing the potential of a mining enterprise has been developed. The objects of modernization of the RSO-Alania industry have been identified. The implementation of the research methodology makes it possible to optimize the parameters of metal leaching, reduce the cost of their extraction, increase the range of applications of resource- and nature-saving technologies, optimize production at existing enterprises and improve the quality of projects for the development of new deposits.

Keywords: environmental conservation, resources, RSO-Alania, metal, model, management algorithm, leaching, technology

For citation: Golik V.I. Use of natural resources in the south of Russia. *Mine Surveying and Subsurface Use*. 2025;25(5):44-48. (In Russ.). <https://doi.org/10.56195/20793332-2025-25-5-44-48>.

Введение

История человечества представляет собой смену источников энергии, в основе которой лежат экономические критерии. Колоссальное увеличение потребления природных ресурсов является следствием демографического взрыва и научно-технической революции. Отходы производства загрязняют окружающую природную среду, провоцируя онкологические, легочные и сердечно-сосудистые заболевания [1–4].

Природа является объектом рационального природопользования, а отрасль, хозяйство, предприятие и тому подобное – субъектами рационального природопользования [5–7]. Оценка потенциальной экологической опасности использования природно-техногенных комплексов, в том числе некондиционного сырья и отходов обогащения руд производится с учетом мер обеспечения экологической и ресурсной безопасности [8–10].

Сформирована концепция устойчивого социально-э-

кономического развития горнодобывающих предприятий с комплексной оценкой геоэкологических рисков для горных работ [11–14]. Концепция включает в себя направление извлечения металлов из хвостов обогащения руд и некондиционного минерального сырья инновационными методами, в том числе корректировки свойств в активаторах [15–17].

Специалистами затронутого направления разработаны научные основы природоохранных и ресурсосберегающих технологий добычи и переработки металлосодержащих ресурсов с приоритетным критерием эффективности в виде минимизации ущерба природным ресурсам [18–21].

Цель работы: детализация представлений о состоянии природных ресурсов Юга России и их использовании с увеличением потребности отраслей промышленности в металле.

Методы исследования

При организации исследований использованы общепринятые методы: обобщение и анализ результатов натурных и лабораторных исследований, а также сведения из публикаций автора и специалистов этого направления горного дела.

Результаты

Человек воздействует на природу по схеме (рис. 1).

Гарантом разделения зон производства и рекреации является сохранность земной поверхности (рис. 2).

При утилизации потерянного сырья стоимость полезных компонентов на завершающем этапе увеличивается с C до C_n

$$C_n = (1 + K_g)C, \quad (1)$$

где K_g – поправочный коэффициент.

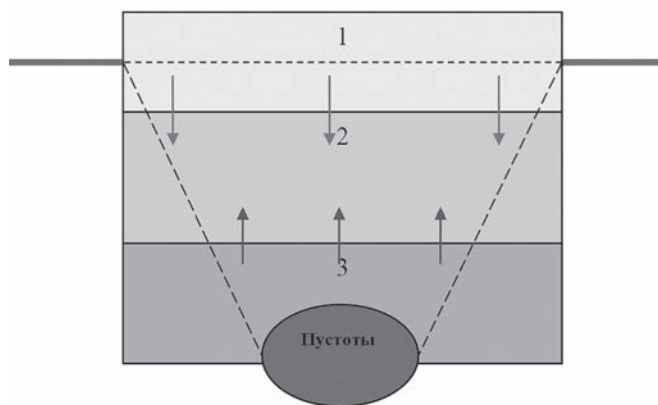


Рис. 2. Влияние горных работ на зоны: 1 – жизнедеятельности; 2 – разделительная; 3 – техногенного разрушения / Fig. 2. The impact of mining operations on the zones: 1 – vital activity; 2 – separation; 3 – man-made destruction

Модель эколого-экономической эффективности природосбережения

$$\Xi_{\text{э-э}} = \sum_{i=1}^n Q_i C_i - Q_a C_a - Q_z C_z - Q_l C_l, \quad (2)$$

где $\Xi_{\text{э-э}}$ – эколого-экономический эффект;

Q_i – количество i -го ресурса;

n – количество видов ресурсов;

C_i – ценность единицы i -го ресурса;

Q_a – ресурсы нарушенной атмосферы;

Q_z – ресурсы нарушенной гидросферы;

Q_l – ресурсы нарушенной литосферы;

C_a – ценность ресурсов атмосферы;

C_z – ценность ресурсов гидросферы;

C_l – ценность ресурсов литосферы.

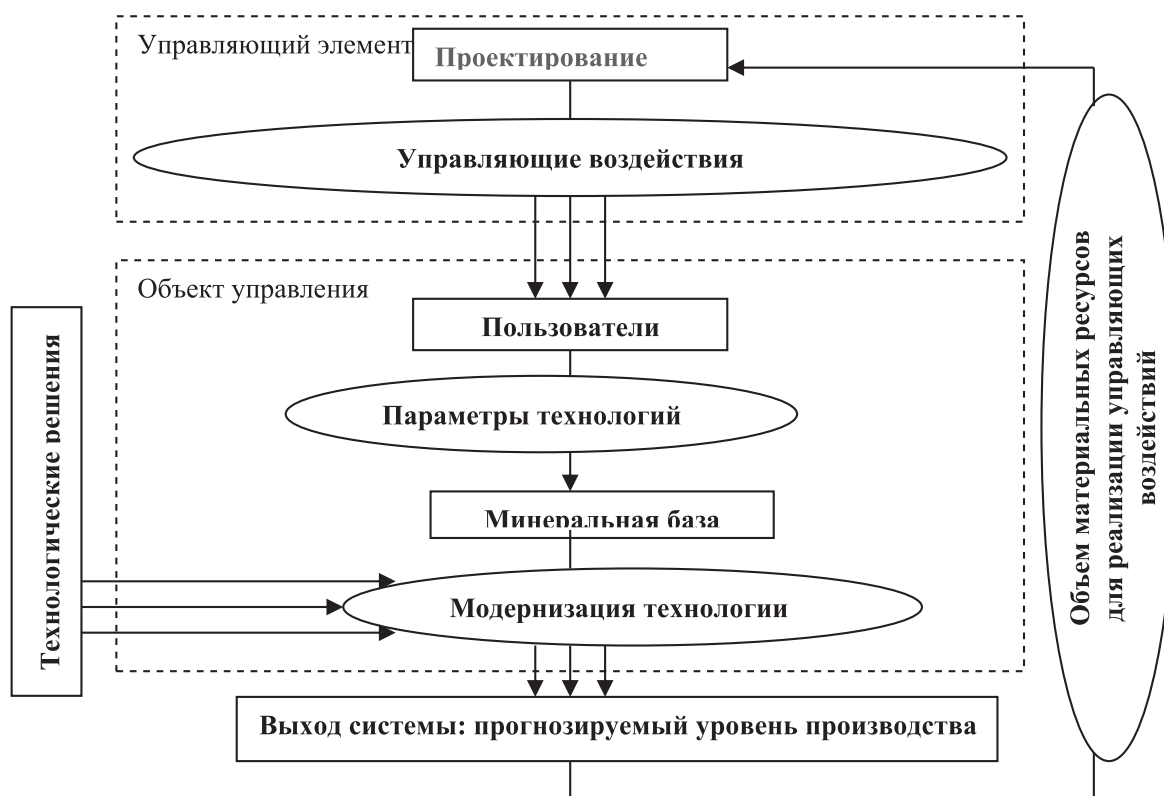


Рис. 1. Алгоритм принятия управленческих решений / Fig. 1. The algorithm of managerial decision-making



Рис. 3. Алгоритм управления потенциалом горного предприятия / Fig. 3. Algorithm of mining enterprise potential management

Стоимость необходимого для реабилитации окружающей среды решения

$$C_m = Z_n + Z_{o.c.}, \quad (3)$$

где C_m – цена производимой продукции;

Z_n – затраты на производство;

$Z_{o.c.}$ – затраты на охрану окружающей среды.

Показатель совершенства предприятия K_s

$$K_s = \frac{(P_n - Y_c)}{P_n} \quad (4)$$

где P_n – приносимая польза, руб.;

Y_c – ущерб окружающей среде, руб.

Роль управленческих факторов поясняется на рисунке 3.

Фактором, участвующим в повышении эффективности производства, является плата за природные ресурсы (рис. 4) (см. цв. вклейку на стр. 38).

Эффект использования природных ресурсов C определяется величиной предотвращенного ущерба Y и прироста доходов в результате улучшения производственных результатов предприятий $\Delta\Pi$:

$$C = Y + \Delta\Pi. \quad (5)$$

Одним из результатов совершенствования управления ресурсами является создание новых рабочих мест (таблица).

Таблица / Table

**Объекты модернизации промышленности РСО-Алания /
Industrial modernization facilities of the Republic of North Ossetia-
Alania**

Промышленный комплекс	Технология	Сырьевая база, г	Рабочие места
Садонский СЦК	Подземное выщелачивание некондиционных по содержанию металлов запасов	60	300
		40	300
		100	400
Электроцинк	Выщелачивание хвостов металлургии	26	200
Садонский СЦК	Выщелачивание хвостов обогащения с механохимической активацией	24	150
		26	150

Выводы

1. Детализация представлений об использовании основных природных ресурсов позволяет уточнить роль и значимость процессов взаимодействия с природой.

2. Ключевые направления развития горного производства включают в себя повышение полноты и комплексности пользования природными ресурсами и совершенствования методов защиты людей, фауны и флоры.

3. Результаты исследования рекомендуются для оптимизации производства на действующих предприятиях и повышения качества проектов освоения новых месторождений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Александрова Т.Н. Комплексная и глубокая переработка минерального сырья природного и техногенного происхождения: состояние и перспективы. *Записки Горного института*. 2022; 256: 503-504.
Alexandrova T.N. Complex and deep processing of mineral raw materials of natural and man-made origin: state and prospects. *Notes of the Mining Institute*. 2022; 256: 503-504. (In Russ.).
2. Каунг П.А., Исаков А.Е., Панфилов И.А. и др. Принципы формирования экологически безопасного и экономически эффективного устойчивого освоения георесурсов. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2024; 7–1: 159-175.
Kaung P.A., Isakov A.E., Panfilov I.A., et al. Principles of formation of environmentally safe and economically effective sustainable development of georesources. *Mining information and Analytical Bulletin*. 2024; 7–1: 159-175. (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2024_71_0_159.
3. Ляшенко В.И., Хоменко О.Е., Голик В.И. Развитие природоохранных и ресурсосберегающих технологий подземной добычи руд в энергонарушенных массивах. *Горные науки и технологии*. 2020; 5 (2): 104-118.
Lyashenko V.I., Khomenko O.E., Golik V.I. Development of environmental protection and resource-saving technologies of underground ore mining in energy-damaged massifs. *Mining sciences and Technologies*. 2020; 5(2): 104-118. (In Russ.).
4. Kamariah N., Kalebic D., Xanthopoulos P., et al. Conventional versus microwave-assisted roasting of sulfidic tailings: mineralogical transformation and metal leaching behavior. *Minerals Engineering*. 2022; 183: 107587. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107587>.
5. Соколов А.А., Мирошников А.С., Соколова Е.А. Алгоритмы управления устойчивостью системы «предприятие горно-металлургического комплекса – внешняя среда». *Горный журнал*. 2016; 12: 83-86.
Sokolov A.A., Miroshnikov A.S., Sokolova E.A. Algorithms for managing the stability of the system “enterprise of the mining and metallurgical complex – the external environment”. *Mining Journal*. 2016; 12: 83-86. (In Russ.). <https://doi.org/10.17580/gzh.2016.12.17>.
6. Nayak A., Ashrit S., Jena M. S., et al. Mineralogical characterization for selection of possible beneficiation route for low-grade lead-zinc ore of Rampura Agucha, India. *Transactions of the Indian Institute of Metals*. 2020; 73 (3): 775-784. <https://doi.org/10.1007/S12666-020-01887-Y>.
7. 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.
Абрамов Б.Н., Еремин О.В., Филенко Р.А. и др. Оценка потенциальной экологической опасности природно-техногенных комплексов рудных месторождений Восточного Забайкалья. *Геосферные исследования*. 2020; 2: 64-67.
8. Abramov B.N., Eremin O.V., Filenko R.A., et al. Assessment of the potential ecological danger of natural and man-made complexes of ore deposits in Eastern Transbaikalia. *Geospheric research*. 2020; 2: 64-67. (In Russ.). <https://doi.org/10.17223/25421379/15/5>.
9. Валиев Н.Г., Пропп В.Д., Абрамкин Н.И. и др. Практика применения выщелачивания металлов из некондиционного сырья и отходов обогащения руд. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2023; 12-1: 17-30.
Valiev N.G., Propp V.D., Abramkin N.I., et al. The practice of using alkali metals from substandard raw materials and ore dressing waste. *Mining information and Analytical Bulletin*. 2023; 12-1: 17-30 (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_121_0_17.
10. Голик В.И., Разоренов Ю.И., Дмитрак Ю.В. и др. Повышение безопасности подземной добычи руд учетом геодинамики массива. *Безопасность труда в промышленности*. 2019; 8: 36-42.
Golik V.I., Razorenov Yu.I., Dmitrak Yu.V., et al. Improving the safety of underground ore mining taking into account the geodynamics of the massif. *Occupational safety in industry*. 2019; 8: 36-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.24000/0409-2961-2019-8-36-42>.
11. Рыбак Я., Хайрутдинов М.М., Конгар-Сюрюн Ч.Б. и др. Ресурсосберегающие технологии освоения месторождений полезных ископаемых. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2021; 13 (3(49)): 405-415.
Rybak Ya., Khairutdinov M.M., Kongar-Suryun Ch.B., et al. Resource-saving technologies for the development of mineral deposits. *Sustainable development of mountainous territories*. 2021; 13 (3(49)): 405-415. (In Russ.). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2021-13-3-406-415>.
12. Каплан А.В., Баев И.А., Терешина М.А. Концепция устойчивого социально-экономического развития горнодобывающего предприятия. *Вестник ЮУрГУ*. 2018; 3: 76-79.
Kaplan A.V., Baev I.A., Tereshina M.A. The concept of sustainable socio-economic development of a mining enterprise. *Bulletin of SUSU*. 2018; 3: 76-79. (In Russ.).
13. Куликова Е.Ю., Баловцев С.В., Скопинцева О.В. Комплексная оценка геоэкологических рисков при ведении открытых и подземных горных работ. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2024; 16 (1): 205-216.
Kulikova E.Yu., Balovtsev S.V., Skopintseva O.V. Comprehensive assessment of geoecological risks in open-pit and underground mining operations. *Sustainable development of mountainous territories*. 2024; 16 (1): 205-216. (In Russ.). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2024-16-1-205-216>.
14. Xie H., Zhao J.W., Zhou H.W., et al. Secondary utilizations and perspectives of mined underground space. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 2020; 96: 103129. <https://doi.org/10.1016/J.TUST.2019.103129>.
15. Khayrutdinov A., Kongar-Suryun Ch., Kowalik T., et al. Improvement of the backfilling characteristics by activation of halite enrichment waste for non-waste geotechnology. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020; 867(1): 012-018. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/867/1/012018>.
16. Yang Y., Qiu W., Liu Z., et al. Quantifying the impact of mineralogical heterogeneity on reactive transport modeling of CO₂ + O₂ in-situ leaching of uranium. *Acta Geochimica*. 2022; 41: 50-63. <https://doi.org/10.1007/S11631-021-00502-1>.
17. Голик В.И. Извлечение металлов из хвостов обогащения комбинированными методами активации. *Обогащение руд*. 2010; 5: 38-40.
Golik V.I. Extraction of metals from tailings of enrichment by combined activation methods. *Ore enrichment*. 2010; 5: 38-40. (In Russ.).
18. Игнатьева М.Н., Юрак В.В., Душин А.В. и др. Техногенные минеральные образования: проблемы перехода к циркулярной экономике. *Горные науки и технологии*. 2021; 6 (2): 73-89.
Ignatieva M.N., Yurak V.V., Dushin A.V., et al. Technogenic mineral formations: problems of transition to a circular economy. *Mining Sciences and Technologies*. 2021; 6 (2): 73-89. (In Russ.). <https://doi.org/10.17073/2500-0632-2021-2-73-89>.
19. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Цифровая трансформация горнодобывающей промышленности: прошлое, настоящее, будущее. *Горный журнал*. 2020; 9: 13-18.
Lukichev S.V., Nagovitsyn O.V. Digital transformation of the mining industry: past, present, future. *Mining Journal*. 2020; 9: 13-18. (In Russ.). <https://doi.org/10.17580/GZH.2020.09.01>.

20. Фоменко В.А., Соколов А.А., Лолаев А.Б., и др. Некоторые результаты работ по оценке эманаций радона Унальского хвостохранилища. *Устойчивое развитие горных территорий*. 2022; 14 (4): 576-585.
Fomenko V.A., Sokolov A.A., Lolaev A.B., et al. Some results of work on the assessment of radon emanations of the Unalsky tailings reservoir. *Sustainable development of mountainous territories*. 2022; 14 (4): 576-585. (In Russ.). <https://doi.org/10.21177/1998-4502-2022-14-4-576-585>.
21. Рассказова А.В., Секисов А.Г., Бурдонов А.Е. Активационное выщелачивание упорных первичных руд Малмыжского месторождения. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2023; (1): 130-141.
Rasskazova A.V., Sekisov A.G., Burdonov A.E. Activation leaching of persistent primary ores of the Malmyzhskoye deposit. *Mining Information and Analytical Bulletin*. 2023; (1): 130-141. (In Russ.). https://doi.org/10.25018/0236_1493_2023_1_0_130.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Владимир Иванович Голик –
д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник.
Геофизический институт Владикавказского научного
центра, 363110, г. Владикавказ, Российская Федерация

Информация о статье

Поступила в редакцию: 08.08.2025
Поступила после рецензирования: 20.09.2025
Принята к публикации: 26.09.2025

ABOUT THE AUTHOR

Vladimir I. Golik –
Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher, Geophysical
Institute of Vladikavkaz Scientific Center, 363110, Vladikavkaz,
Russian Federation

Article info

Received: 08.08.2025
Revised: 20.09.2025
Accepted: 26.09.2025