

## ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА СО СЛОЖНЫМ МОРФОЛОГИЧЕСКИМ ОРУДЕНЕНИЕМ

*Хапсироков А.С.*

*Южно-Российский Государственный Политехнический Университет (НПИ)  
имени М.И. Платова, Новочеркасск*

**Ключевые слова:** разработка месторождений золота, золоторудные формации, добыча рудного золота, себестоимость добычи, экономические показатели, золотодобывающие предприятия, степень извлечения золота.

**Аннотация.** Данная статья посвящена исследованию современных методов добычи рудного золота, с учетом его значимости для российской экономики и экологической устойчивости. В условиях растущего спроса на золото, вызванного экономической нестабильностью и инфляцией, актуальность направления исследования возрастает. Целью исследования является оценка эффективности разработки золоторудных месторождений в условиях сложного морфологического оруденения с использованием усовершенствованной технологии селективной отработки. В работе рассматриваются проблемы истощения месторождений, снижение доли легкообогащаемых руд, рост затрат и ужесточение экологических норм. Используя комплексные методы исследования, включая экономический анализ, моделирование производственных процессов и экологическую оценку, авторы оценивают преимущества предложенной технологии, которая сочетает в себе элементы сплошной и селективной отработки. Основное внимание уделяется экономической оценке предлагаемой технологии, оптимизации процессов добычи и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Результаты показывают значительное снижение себестоимости производства золота, повышение выхода золота на тонну руды и улучшение качества обогащенной продукции. Также отмечается рост производительности труда и улучшение экологических показателей. Внедрение комбинированной технологии на примере месторождения «Х» продемонстрировало свою эффективность и конкурентоспособность на рынке. Результаты исследования могут быть полезны как для научного сообщества, так и для практического применения в горнодобывающей отрасли.

## ECONOMIC INDICATORS JUSTIFICATION OF IMPROVED TECHNOLOGY OF SELECTIVE MINING ORE GOLD DEPOSITS WITH COMPLEX MORPHOLOGY

*Khapsirokov A.S.*

*Platov South Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk*

**Keywords:** gold deposit development, gold ore formations, ore gold mining, production costs, economic indicators, gold mining enterprises, gold recovery rate.

**Abstract.** This article is devoted to the study of modern methods of ore gold mining, taking into account its importance for the Russian economy and environmental sustainability. In the context of growing demand for gold caused by economic instability and inflation, the relevance of this research area increases. The purpose of the study is to assess the efficiency of gold deposit development in conditions of complex morphological mineralization using improved selective mining technology. The paper considers the problems of deposit depletion, a decrease in the share of free-milling ores, rising costs and tightening environmental standards. Using complex research methods, including economic analysis, modeling of production processes and environmental assessment, the authors evaluate the advantages of the proposed technology, which combines elements of joint and selective mining. The main attention is paid to the economic assessment of the proposed technology, optimization of mining processes and minimization of negative impact on the environment. The results show a significant reduction in the cost of gold production, an increase in gold yield per ton of ore and an improvement in the quality of enriched products. An increase in labor productivity and an improvement in environmental indicators are also noted. The implementation of the combined technology on the example of the "X" deposit demonstrated its efficiency and competitiveness in the market. The results of the study can be useful both for the scientific community and for practical application in the mining industry.

**Введение.** Добыча рудного золота остается одной из ключевых отраслей горнодобывающей промышленности, играя важную роль в российской и мировой экономике,

обеспечивая значительные поступления в бюджеты стран-экспортеров. Золото, обладая уникальными физико-химическими свойствами и высокой стоимостью, используется не только в ювелирном производстве, но и в электронике, медицине и инвестиционных активах. В условиях растущего спроса на золото, вызванного экономической нестабильностью и инфляционными процессами, актуальность исследований современных методов добычи рудного золота, его значимости для экономики и экологии, а также проблем, с которыми сталкивается отрасль, повышается (рис. 1) [1].

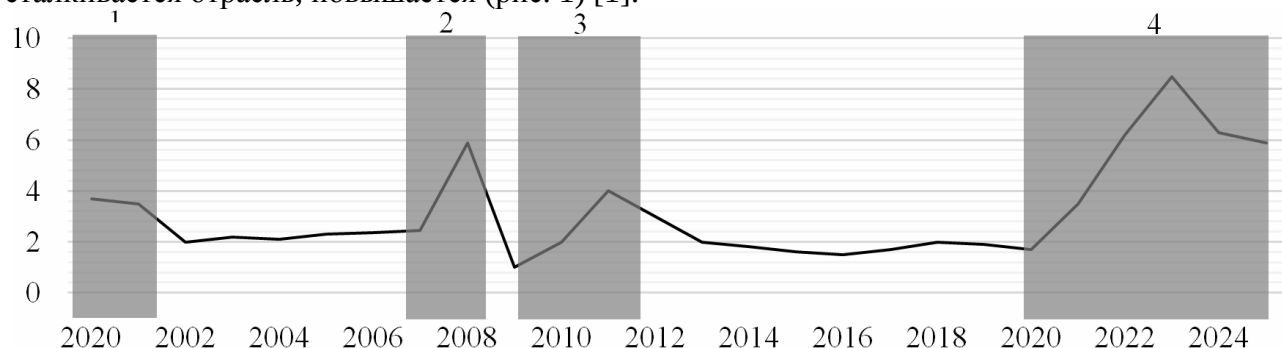


Рис. 1. Динамика мировой инфляции (%), 2000-2025 гг) и периоды экономического кризиса: 1 – кризис доткомов, Турецкий валютный кризис; 2 – глобальный финансовый кризис; 3 – Исландский финансовый кризис, Европейский долговой кризис; 4 – рецессия COVID-19, экономический кризис в Германии и Китае

Современное состояние добычи рудного золота характеризуется как значительными достижениями, так и серьезными вызовами. С одной стороны, внедрение новых технологий, автоматизация процессов и использование экологически чистых методов переработки открывают новые горизонты для повышения эффективности добычи и сокращения воздействия на окружающую среду. С другой стороны, отрасль сталкивается с проблемами истощения месторождений, снижения доли легкообогатимых руд, увеличения затрат на добычу и переработку, ухудшения условий разработки месторождений, а также жесткими экологическими нормами. Эти факторы требуют комплексного подхода к исследованию текущих тенденций и перспектив развития добычи рудного золота, что делает данную тему особенно актуальной для научного обсуждения и практического применения [2].

**Целью** данного исследования является оценка эффективности деятельности золоторудной отрасли в условиях сложного морфологического оруденения с применением предлагаемой усовершенствованной технологии селективной отработки золоторудных формаций.

**Основная идея работы** заключается в обосновании экономических показателей технологии селективной отработки месторождений рудного золота со сложной геоморфологической структурой.

За последнее десятилетие золоторудных месторождений характеризуются сложным геологическим строением и разнообразными формами рудных тел. В них наблюдаются неоднородное распределение золота – участки с высоким, низким и забалансовым для переработки содержанием, примеси вредных компонентов и включения пустой породы. Очертания рудных тел часто лишены четких геологических границ и геометрической правильности, как в массиве, так и в развале, что обуславливает необходимость четкого определения их контуров преимущественно на основе данных пробоотбора и моделирования. Все эти факторы существенно усложняют процесс обогащения руд и приводят к снижению степени извлечения золота. Повышение этого показателя является одной из ключевых задач современной золотодобывающей отрасли, поскольку, по статистическим данным, наблюдается тенденция к ее снижению в последние годы.

Так или иначе, золотодобывающая отрасль сталкивается с новыми вызовами, что не может не отразиться и на эффективности горнодобывающих предприятий. Согласно статистическим данным с 2018 года себестоимость производства тройской унции золота

выросла в 2,4 раза (рис. 2), а стоимость золота на рынке – в 2,1 раза (рис. 3). При этом темпы увеличения себестоимости добычи на 21% опережает темпы роста цен на золото, что в скором времени может привести к снижению экономической привлекательности золотодобывающего сектора [1, 2].

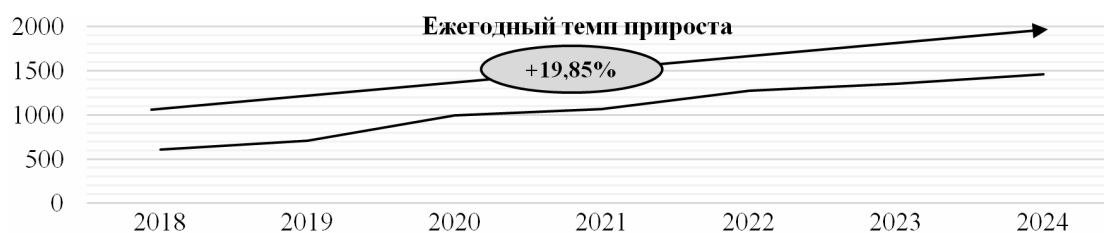


Рис. 2. Динамика себестоимости добычи 1 тройской унции золота, USD



Рис. 3. Динамика стоимости 1 тройской унции золота, USD

Ведущие золотодобывающие компании России в настоящее время применяют валовое взрывание рудного блока, что в условиях широкого разнообразия золоторудных формаций приводит к значительным потерям драгоценного металла (до 20-30%). Современные применяемые параметры буровзрывных работ (БВР) в угоду быстрой отработки месторождений являются примитивными и не подразумевают сохранение исходной геометрии рудных контуров. После взрывных работ проводится оконтуривание рудных формаций на основании геологического опробования, процесс которого является трудозатратным и довольно продолжительным по времени. И только после этого, выполняются работы по селективной выемке различных типов под непосредственным контролем участкового геолога [3, 4].

**Материалы и методы исследования.** В данной статье проводится оценка и сравнительный анализ экономических показателей горного предприятия при переходе с распространенной валово-селективной технологии на технологию усовершенствованной селективной отработки золоторудных формаций в условиях сложного морфологического оруденения месторождений рудного золота на примере месторождения «Х». В ходе исследовательской работы применяются теоретические методы исследования: сбор и анализ данных, сравнительный анализ и экономическое моделирование.

**Результаты.** На месторождении «Х» выделяются 3 вещественных и технологических типа руд: окисленные руды (лимонит, кварц, КПШ), полуокисленные или переходные руды (частично окисленный пирит, кварц, КПШ), первичные руды (пирит, кварц, КПШ) и упорными труднообогатимыми рудами на глубоких горизонтах. Рудные тела месторождения «Х» имеют сложное строение, в связи с чем по рекомендации ГКЗ на месторождении применяется статистический метод подсчета запасов (через коэффициент рудоносности), то есть без выделения конкретных рудных тел. Содержания золота в рудных интервалах колеблются – от 0,42 до 1,5 г/т, редко – до 7,68 г/т. Отмечается, что 86% средних содержаний находится в классе от 0,4 до 1,0 г/т. Месторождение вскрыто спиральной капитальной полутраншеей и разрабатывается 10-метровыми уступами со сдвиганием их в местах геомеханической устойчивости борта и оставлением 6-10-метровых берм безопасности в местах с тектоническими нарушениями и наличием трещиноватости массива. Рыхление массива производится буровзрывным способом, выемка горной массы осуществляется гидравлическими экскаваторами с погрузкой в большегрузные автосамосвалы. Далее руда, проходя несколько этапов дробления и измельчения, извлечения на обогатительной фабрике.

Отходы производства складываются на внешних отвалах пустых пород. Экономические и производственные показатели предприятия с применением валово-селективной технологии отработки рудных блоков представлены в таблице 1.

Табл. 1. Экономические и производственные показатели при валово-селективной отработке рудных блоков

| Параметр                                         | Значение |
|--------------------------------------------------|----------|
| Степень извлечения, %                            | 82,2     |
| Производственная мощность карьера по руде, т/ч   | 2 100    |
| Производительность по золоту, т/год              | 12,05    |
| Рентабельность по EBITDA, %                      | 49       |
| Фондоотдача, руб/руб                             | 42,6     |
| Полная себестоимость, руб/г                      | 5 247,68 |
| Себестоимость золота по руде, руб/м <sup>3</sup> | 2 474,1  |

Предлагаемая нами технология характеризуется признаками как сплошной технологии отработки, так и селективной, и решает несколько вопросов: снижение разубоживания за счет комбинированного взрывания и сохранения геометрии рудных формаций путем тщательного подбора параметров БВР, сокращение времени уточнения рудных контуров в навале горной массы за счет создания базы моделей прогнозирования параметров развала и снижение себестоимости производства золота. При этом сохраняется запланированная скорость ведения горных работ, что имеет важное значение для производства [5, 6].

Суть технологии заключается:

- в формировании отдельных рудных блоков из разнотипных формаций руды по определенным схожим признакам, при смешивании которых степень извлечения золота либо не меняется, либо ухудшается не более, чем на 0,4% (граничное значение, выше которого следует рассматривать селективную отработку), для их последующей селективной выемки [5];
- в тщательном подборе параметров БВР: рассредоточение заряда ВВ в скважине, применение скважин малого диаметра в зонах с широким разнообразием рудных формаций, увеличение интервала замедления, выколаживание угла инициирования взрывной сети и проектирование паспорта БВР с учетом расположения рудных формаций таким образом, чтобы границы формаций находились вне пределов зоны переизмельчения скважин [7];
- в применении комбинированной системы прогнозирования параметров развала рудной массы с применением как косвенных, так и прямых методов прогнозирования смещения рудных контуров в массиве горной массы. Основной идеей является создание единой базы моделей прогнозирования смещения массива горной массы на различных участках месторождения на основании определения математических зависимостей параметров развала горной массы от горно-геологических и буровзрывных параметров, полученных по результатам математического моделирования, прямого измерения датчиками ВМТ (металлические шары, располагаемые в холостых скважинах, для установления траектории движения взрывающего массива) и геологического опробования навала горной массы [6].

#### **Оценка эффективности внесенных изменений при переходе на комбинированную технологию селективной отработки золоторудных формаций**

Согласно проведенным опытно-промышленным экспериментам Хапсироковым А.С. и Белодедовым А.А. применение комбинированной технологии снижает степень разубоживания на 20,8% с учетом условной доли золоторудных формаций во взрываемом блоке в 0,65 и количестве 5-и видов. На основании проведенных исследований была разработана таблица, описывающая зависимость величины снижения степени разубоживания при применении комбинированной технологии с учетом объема и количества золоторудных формаций во взрываемом массиве горных пород (табл. 2) [5-7].

Ключевые параметры комбинированной технологии влияют не только на разубоживание рудной массы, но и на производительность карьера в целом (табл. 3).

Табл. 2. Снижение разубоживания при комбинированной технологии с учетом объема и количества одновременно взрываваемых рудных формаций

| Доля формаций | Количество формаций, шт. | Степень снижения, % |
|---------------|--------------------------|---------------------|
| 0,25          | 1-2                      | 9,0                 |
|               | 3-4                      | 10,6                |
|               | 5-6                      | 13,2                |
| 0,5           | 1-2                      | 13,3                |
|               | 3-4                      | 15,7                |
|               | 5-6                      | 19,6                |
| 0,75          | 1-2                      | 17,7                |
|               | 3-4                      | 20,9                |
|               | 5-6                      | 26,1                |
| 1,0           | 1-2                      | 20,2                |
|               | 3-4                      | 23,8                |
|               | 5-6                      | 29,7                |

Табл. 3. Эффект ключевых параметров и влияние на основные показатели

| Параметр                                                                    | Эффект                                                                                                   | Показатель                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Рассредоточение заряда ВВ (с 1 воздушным/инертным промежутком)              | Равномерность дробления горных пород, снижение выхода негабаритов, сокращение зоны переизмельчения       | Разубоживание / Производительность карьера |
| Уменьшение диаметра скважин на морфологически сложных участках (150-165 мм) | Снижение выхода негабаритов, сокращение зоны переизмельчения                                             | Разубоживание                              |
| Выполаживание угла инициирование (10-18°)                                   | Уменьшение ширины развала и снижение смещений массива горных пород                                       | Разубоживание                              |
| Увеличение интервала замедления (свыше 105 мс)                              | Сужение ширины развала и повышение равномерности дробления                                               | Производительность карьера                 |
| Проектирование паспорта БВР с учетом границ формаций и зон переизмельчения  | Снижение степени перемешивания на границах формаций                                                      | Разубоживание                              |
| Формирование рудных блоков из нескольких формаций                           | Снижение степени перемешивания на границах формаций и повышение скорости отработки золоторудных формаций | Разубоживание / Производительность карьера |
| Создание уникальной базы моделей прогнозирования                            | Повышение скорости отработки золоторудных формаций и точности прогнозирования развала горной массы       | Разубоживание / Производительность карьера |

Экономические показатели горнодобывающего предприятия при разработке месторождения со сложной морфологией с применением комбинированной технологии показывают эффективность принятых мероприятий с учетом условной доли золоторудных формаций на месторождении в 0,65 и количестве 5-6 видов. Как видно из таблицы 4 все

показатели, за исключением себестоимости золота по руде, положительно изменились, а предварительная оценка требуемых к вложению инвестиций является высокой и экономически привлекательной. Что касается увеличения затрат в себестоимости золота по руде, то оно компенсируется снижением полной себестоимости золота за счет повышения эффективности процессов обогащения и более высокого выхода концентрата [7, 8].

Табл. 4. Экономические и производственные показатели при комбинированной отработке рудных блоков (прогноз на 2025\*)

| Параметр                                          | Значение | Эффект  |
|---------------------------------------------------|----------|---------|
| Степень извлечения, %                             | 84,1     | +1,9    |
| Производственная мощность карьера по руде, т/ч    | 2 131    | +31     |
| Производительность по золоту, т/год               | 12,52    | +0,46   |
| Рентабельность по EBITDA, %                       | 53,5     | +4,5    |
| Фондоотдача, руб./руб.                            | 44,9     | +2,3    |
| Полная себестоимость, руб./г                      | 5 054,8  | -192,88 |
| Себестоимость золота по руде, руб./м <sup>3</sup> | 2 539,2  | +65,1   |
| Срок окупаемости инвестиций (DPP), мес.           | 5        |         |
| Внутренняя норма доходности (IRR) проекта, %      | 85,64    |         |

Примечание: \*Стоимость золота от 08.04.2025 – 8 864 руб./г (\$3 198,4 за тр. унцию).

Зависимость себестоимости производства золота от наличия различных золоторудных формаций прямая и проявляется сильнее с увеличением их объема и количества во взрываемом блоке (табл. 5). Однако, следует отметить, что со снижением количества одновременно взрываемых формаций себестоимость производства золота при валово-селективной технологии оправдывает ее применение [9-11].

Табл. 5. Зависимость себестоимости производства золота от объема и количества золоторудных формаций

| Доля формаций | Количество формаций, шт. | Себестоимость при валово-селективной отработке, руб./г | Себестоимость при комбинированной отработке, руб./г |
|---------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 0,25          | 1-2                      | 4 431,9                                                | 4 428,5                                             |
|               | 3-4                      | 4 697,8                                                | 4 517,1                                             |
|               | 5-6                      | 5 261,5                                                | 4 878,5                                             |
| 0,5           | 1-2                      | 4 697,3                                                | 4 693,7                                             |
|               | 3-4                      | 4 979,1                                                | 4 787,6                                             |
|               | 5-6                      | 5 576,6                                                | 5 170,6                                             |
| 0,75          | 1-2                      | 4 998,5                                                | 4 974,8                                             |
|               | 3-4                      | 5 298,4                                                | 5 074,3                                             |
|               | 5-6                      | 5 934,2                                                | 5 480,2                                             |
| 1,0           | 1-2                      | 5 276,7                                                | 5 272,8                                             |
|               | 3-4                      | 5 593,3                                                | 5 378,2                                             |
|               | 5-6                      | 6 264,5                                                | 5 808,5                                             |

**Выводы.** Сравнивая полученные результаты с показателями мировых компаний-гигантов по добыче рудного золота, можно отметить, что экономические показатели предлагаемой технологии конкурентоспособны как на российском, так и на мировом рынке, хотя все еще остаются сферы и направления (в частности себестоимость производства унции золота) развития (табл. 6).

Табл. 6. Экономические показатели мировых золотодобывающих компаний (2024 г.)

| Компания                  | Рентабельность<br>по EBITDA, % | Себестоимость,<br>\$/Oz | Объем добычи,<br>т |
|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Newmont Corporation       | 51,4                           | 1 516                   | 213,0              |
| Barrick Gold Corporation  | 60,2                           | 1 484                   | 121,6              |
| Полюс                     | 77,3                           | 383                     | 93,4               |
| AngloGold Ashanti         | 46,1                           | 1 611                   | 82,7               |
| Zijin Mining Group Co Ltd | 18,9                           | -                       | 73,0               |
| Kinross Gold Corporation  | 19,3                           | 1 388                   | 67,5               |
| Gold Fields Limited       | 23,9                           | 1 629                   | 64,4               |
| Freeport-McMoRan          | 39,9                           | -                       | 58,5               |
| Месторождение «Х»         | 53,5                           | 1 663                   | 12,52              |

**Заключение.** Проведенный анализ свидетельствует о значительном потенциале перехода от валово-селективной технологии к усовершенствованной селективной отработке золоторудных формаций на примере месторождения «Х». Применение предложенной технологии позволяет не только сократить потери драгоценного металла, но и оптимизировать процесс горных работ за счет более точного подбора параметров буровзрывных работ. Это, в свою очередь, приводит к снижению себестоимости производства золота и повышению экономической эффективности предприятия. В условиях сложного морфологического оруденения месторождений рудного золота, использование комбинированного подхода к отработке рудных блоков, основанного на тщательном анализе и прогнозировании, открывает новые горизонты для повышения устойчивости и рентабельности золотодобывающих компаний в России. Результаты данного исследования могут служить основой для дальнейшего совершенствования в области технологий добычи и обогащения золота, способствуя более рациональному использованию природных ресурсов.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за помощь в структурировании текста научной статьи и сборе данных для проведения исследования научного руководителя – доктора технических наук, профессора Белодедова А.А.

#### Список литературы

1. Хапсировов А.С., Белодедов А.А., Горлов Ю.В. Современное состояние золотодобывающей отрасли России и анализ существующих технологий при открытом способе разработки месторождений // Актуальные проблемы недропользования – 2021: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А.Г. Кобилева, Новочеркасск, 30 ноября 2021 года. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2021. – С. 252-260.
2. Струков К.И. Проблемы и перспективы освоения золоторудных месторождений России // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – №1. – С. 5-21. – DOI: 10.46689/2218-5194-2020-1-1-5-21.
3. Голик В.И., Лукьянов В.Г., Качурин Н.М., Стась Г.В. Эффективность комбинирования технологий выемки руд в пределах рудного поля // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2020. – Т. 331, №10. – С. 32-39.
4. Олисаев А.С., Гарифулина И.Ю., Гасымов В.Ф., Габараев Г.О. Технология отработки маломощных участков золоторудного месторождения с селективной отбойкой руд и пород // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №6. – С. 43-49. – DOI: 10.26160/2658-3305-2020-6-43-49.
5. Хапсировов А.С., Белодедов А.А., Горлов Ю.В. Формирование выемочных блоков при селективной отработке с учетом промышленного типа золотосодержащих руд на примере Олимпиадинского месторождения // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 1-1. – С. 338-347. – DOI 10.46689/2218-5194-2023-1-1-338-347.
6. Хапсировов А.С., Белодедов А.А., Горлов Ю.В. Блочное распределение золоторудных формаций с учетом их качества при селективной отработке месторождений // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2023. – №18. – С. 115-120. – DOI: 10.26160/2658-3305-2023-18-115-120.

7. Хапси́роков А.С., Белодедов А.А. Анализ способов отслеживания смещения рудных контуров при ведении БВР на полиметаллических месторождениях и предпосылки их эффективного совершенствования // Актуальные проблемы недропользования: тезисы докладов участников XIX Международного форума-конкурса студентов и молодых ученых, Санкт-Петербург, 21-27 мая 2023 года. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет, 2023. – Т. 1. – С. 185-188.
8. Бардахаева Н.И. Оценка эффективности деятельности горного предприятия // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: Материалы XX Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Чита, 30 ноября – 04 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2020. – Часть III. – С. 212-217.
9. Соколов И.В., Антипин Ю.Г., Никитин И.В. Развитие методологии оценки эффективности переходных процессов при комбинированной разработке рудных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 5-1. – С. 77-87. – DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_51\_0\_77.
10. Андреев Д.В., Руфов И.И. Горное дело – фундамент экономики // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 7(144). – С. 73-76. – DOI: 10.34925/EIP.2022.144.7.010.
11. Куликов М.М., Разоренов Ю.И., Голик В.И. Экономика и менеджмент горного производства: Учебник. – М.: Изд-во "КноРус", 2022. – 382 с.

## References

1. Khapsirokov A.S., Belodedov A.A., Gorlov Yu.V. Current state of the gold mining industry in Russia and analysis of existing technologies for open pit mining // Actual problems of subsoil use – 2021: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 115th anniversary of A.G. Kobilev, Novocherkassk, November 30, 2021. – Novocherkassk: South-Russian State Polytechnical University (NPI) n.a. M.I. Platov, 2021. – P. 252-260.
2. Strukov K.I. Problems and prospects for the development of gold ore deposits in Russia // Bulletin of Tula State University. Earth Sciences. 2020, no. 1, pp. 5-21. DOI: 10.46689/2218-5194-2020-1-1-5-21.
3. Golik V.I., Lukyanov V.G., Kachurin N.M., Stas G.V. Efficiency of combining ore extraction technologies within an ore field // Bulletin of Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering. 2020, vol. 331, no. 10, pp. 32-39.
4. Olisaev A.S., Garifullina I.Yu., Gasymov V.F., Gabaraev G.O. Technology for developing thin sections of a gold ore deposit with selective mining of ores and rocks // Transport, Mining and Construction Engineering: Science and Production. 2020, no. 6, pp. 43-49. DOI: 10.26160/2658-3305-2020-6-43-49.
5. Khapsirokov A.S., Belodedov A.A., Gorlov Yu.V. Formation of extraction blocks during selective mining taking into account the industrial type of gold-bearing ores using the example of the Olimpiadinskoye deposit // Bulletin of Tula State University. Earth Sciences. 2023, no. 1-1, pp. 338-347. DOI: 10.46689/2218-5194-2023-1-1-338-347.
6. Khapsirokov A.S., Belodedov A.A., Gorlov Yu.V. Block distribution of gold ore formations taking into account their quality during selective development of deposits // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2023, no. 18, pp. 115-120. DOI: 10.26160/2658-3305-2023-18-115-120.
7. Khapsirokov A.S., Belodedov A.A. Analysis of methods for tracking the displacement of ore contours during drilling and blasting at polymetallic deposits and prerequisites for their effective improvement // Actual problems of subsoil use: abstracts of reports of participants of the XIX International Forum-Competition of Students and Young Scientists, St. Petersburg, May 21-27, 2023. – СПб.: St. Petersburg Mining University, 2023. – Vol. 1. – P. 185-188.
8. Bardakhaeva N.I. Evaluation of the efficiency of a mining enterprise // Kulagin Readings: Engineering and Technologies of Production Processes: Proceedings of the XX International Scientific and Practical Conference. In 3 parts, Chita, November 30 – December 04 2020. – Chita: Transbaikalian State University, 2020. – Part III. – P. 212-217.
9. Sokolov I.V., Antipin Yu.G., Nikitin I.V. Development of a methodology for assessing the efficiency of transient processes in the combined development of ore deposits // Mining Information and Analytical Bulletin. 2021, no. 5-1, pp. 77-87. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_51\_0\_77.
10. Andreev D.V., Rufov I.I. Mining – the foundation of the economy // Economy and entrepreneurship. 2022, no. 7(144), pp. 73-76. DOI: 10.34925 / EIP.2022.144.7.010.
11. Kulikov M.M., Razorenov Yu.I., Golik V.I. Economics and management of mining production: Textbook. – М.: Publ. house "Knorus", 2022. – 382 p.

## Сведения об авторах:

## Information about authors:

|                                                 |                                                              |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Хапси́роков Астемир Сергеевич</b> – аспирант | <b>Khapsirokov Astemir Sergeevich</b> – postgraduate student |
| astemir_khaps@mail.ru                           |                                                              |

Получена 12.05.2025